



Saneerauskohteen sähkötyöt ja -turvallisuus

(omakotitalo)

Jali-Matti Luomanpää

Opinnäytetyö
Elokuu 2015
Sähkövoimatekniikan ko.

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkövoimatekniikan ko. monimuoto

Jali-Matti Luomanpää
Saneerauskohteen sähkötyöt ja -turvallisuus
(Omakotitalo)

Opinnäytetyö 57 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Elokuu 2015

Tässä opinnäytetyössä perehdytään monipuolisesti omakotitalon sähköistyksen saneeraukseen niin tehtyjen muutosten kuin standardin määräysten kautta. Työssä käsiteltiin tarvittavia muutoksia sähköjärjestelmään kuten maadoituselektrodin asentaminen jälkikäteeseen ja potentiaalintasauskiskon asentaminen ja kytkennät muihin laitteisiin. Ylijännitesuojausta kiinteistössä suositellaan lisäsuojaksi ja siihen liittyviä asioita on käyty läpi työssä. Erilaisia saneerauskohteen aikaisemman sähköistyksen puutteita käytiin läpi.

Sähkötöiden turvallisuuteen liittyviä asioita ja säädöksiä käsiteltiin suhteellisen kattavasti työssä. Myös muut työturvallisuus näkökohdat tuotiin esille. Käyttööntottomittaukset ja tarkastukset käsiteltiin omana tärkeänä osana saneeraus kohteen sähköjen käyttöönotossa. Oikosulkuvirran laskenta ja nousukaapelinvalinta käytiin läpi teoriassa ja laskenta esimerkin avulla.

Asiasanat: SFS 6000 korjaukset ja muutokset, oikosulkuvirta, käyttööntotarkastus, potentiaalintasaus, maadoituselektroni, sähkötyöturvallisuus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Electric Technology

Jali-Matti Luomanpää
Renovation of the electrical system of household
including electrical safety in work

Bachelor's thesis 57 pages, appendices 10 pages
August 2015

The purpose of this Bachelor's thesis go systematically through the regulations and laws related to the electrical system renovation of households. The necessary modifications to existing electric systems is explained more throughout and detailed including potential equalization rail and its connection to other subsystems. Also the grounding electrode and its purpose for renovation projects is explained. Overvoltage protection for households are recommended for additional electrical system protection against possible voltage peaks from the supply system.

The electrical safety in work and regulations for electric work are described for general purposes and also more specific in renovation case. Also the safety in work aspects are included in this thesis. Commissioning phases of the new build and fixed electric systems are explained in ascending executing order including also different inspections during the installation process. The calculation of the short circuit current and the selection process of the cables are given by examples.

Key words: SFS 6000 regulations for renovation and modification of the existing electrical system, commissioning, short circuit current, ground electrode, safety in electrical work.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TEORIAA JA SÄÄDÖKSIÄ/STANDARDEJA	7
2.1	Sähköasennusten muutos- ja korjaustyöt, määräyksiä standardista.....	7
2.2	Suojausmenetelmät	8
2.2.1	Suojaus sähköiskulta	8
2.2.2	Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla	8
2.2.3	Lisäsuojaus.....	9
2.2.4	Muut vikasuojausmenetelmät	10
2.3	Perusmääräykset standardin 6000 kappaleesta 4-41, joihin ylempänä viitataan.....	11
2.3.1	Likimääräinen laskumenetelmä standardin määrittelemälle oikosulkuvirralle ja kaapelin pituudelle	12
2.4	Sähkölaitteiden standardinmukaisuus	13
2.5	Liitokset ja Johtimet.....	14
2.6	Kylpy- ja suihkuhuoneiden asennusten muutokset.....	15
3	KOHDE JA SIIHEN LIITTYVIÄ ASIOITA	16
3.1	Saneerauskohteen vanha sähköjärjestelmä ja sen vikoja.....	16
3.2	Sähkötöiden tekemisessä huomioon otettavia asioita	19
3.3	Saneerauskohteen sähkösuunnittelu	20
4	MAADOITUSELEKTRODI.....	22
4.1	Suojaava potentiaalintasaus	23
5	YLIJÄNNITESUOJAUS	25
5.1	Omakotitalon salama- ja ylijännitesuojauksen yleensä	26
5.2	Kohteen ylijännitesuojauksen	26
5.2.1	Suosituksien omakotitalon suojauksiksi	28
5.2.2	Asennustapaohje ukkos- ja ylijännitesuojaukselle.....	29
6	KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET.....	30
6.1	Asennusten tarkastusjärjestys	31
6.1.1	Aistinvarainen tarkastus	31
6.1.2	Suojajohdinsiirien jatkuvuuden testaus	31
6.1.3	Eristysresistanssin mittaaminen	32
6.1.4	SELV- ja PELV -piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi	33
6.1.5	Syötön automaattisen poiskytkennän testaus	33
6.1.6	Vikavirtasuojan toiminnan testaus	34
6.1.7	Kiertosuunta ja napaisuustesti.....	34
7	TYÖTURVALLISUUS SÄHKÖTYÖSSÄ	35

7.1	Sähkötyöturvallisuus	35
7.2	Työturvallisuus	37
8	LASKELMIA JA PÄÄTELMIÄ	39
8.1	Tehon tarpeen arviointi	39
8.1.1	Nousujohdon koko mittakeskus - ryhmäkeskus.....	39
8.2	Oikosulkusuojaus. Mittakeskus, käytännössä myös ryhmäkeskus	40
8.2.1	Automaattinen poiskytkentä oikosulkuvirtaa rajoittava impedanssi.....	41
8.3	Ryhmäkohtaiset oikosulkuvirran arvot	42
8.4	Jännitteenalenema sähköasennuksissa	43
9	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	48
	Liite 1. Alkuperäinen pohjakuva	48
	Liite 2. Tehty uusi päivitetty pohjakuva tasokuvaa varten	49
	Liite 3. Tasokuva kohteesta	50
	Liite 4. Keskuskaavio	51
	Liite 5 Käyttöönottopöytäkirja	53
	Liite 6. Maadoituskaavio	56
	Liite 7. Mittaustasokuva	57

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee vanhan omakotitalon sähköistyksen uusimista ja siihen liittyviä sähkötyö- ja työturvallisuusasioita sekä muita huomionarvoisia asioita, joita on tullut vanhojen sähköistysten saneerausten yhteydessä vastaan.

Työn aiheen valitsin ja toteutin itse, johtuen tiukasta aikataulusta ja siitä, että valitsemani kohde vaati jo monelta osin sähköistysten uusimista. Syinä uusimiseen olivat muun muassa vanhan TN-C -luokan rasioiden ja kytkentöjen epämääräisyys kohteessa. Esimerkiksi vanhaa sähköpatteria oli käytetty jakorasiana siten, että seuraavalle patterille menevä johto oli tuotu suoraan patterin vastusten ja kuoren välistä (kyseessä oli vanha läpivirtaukseen perustuva sähköpatteri). Vanhassa ryhmäkeskuksessa oli kytketty nolla- ja suojajohtimet vaihtelevasti PE- ja N-kiskoon, sekä tulppavarokkeista saattoi lähteä kolmekin eri kokoista johtoa (1,5 ja 2,5), jolloin pienemmällä halkaisijalla oleva johto oli käytännössä irti.

Sähkölaitteiston uusimisen yhteydessä tuli vastaan monta palo- ja sähköturvallisuuteen liittyvää kohtaa, joita olen kerännyt loppuun.

Taustaltani olen automaatio- ja säätötekniikan DI, konetekniikan ins. AMK ja sähköasentaja. Lisäksi suoritin töiden ohessa sähkövoimatekniikan insinöörin opintoja Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa. Työkokemusta minulle on kertynyt hitsausautomaatiolinjojen ja -koneiden automaatiosta ja sähköistyksestä sekä voimalaitosten turbiinien automaatiosta ja niihin liittyvistä sähköistyksistä. Työkokemukseni ja koulutukseni puolesta olin pätevä suorittamaan itsenäisen ammattilaisen työtä sähköjen parissa tässä projektissa.

Työn tarkoituksena on käydä läpi saneerauskohteessa huomioonotettavia asioita SFS600-1 -käsikirjan mukaan alkusuunnittelussa ja itse työn aikana. Tarkoituksena on myös toimia esimerkkinä siitä, minkälaisessa kunnossa saattaa vanhojen omakotitalojen ja asuntojen sähköistys olla, kun niitä on vuosien varrella yksi jos toinenkin henkilö muutellut.

2 TEORIAA JA SÄÄDÖKSIÄ/STANDARDEJA

2.1 Sähköasennusten muutos- ja korjaustyöt, määräyksiä standardista

Tässä kappaleessa käydään läpi niitä asioita, mitä SFS 600-1 standardi ohjeistaa muutoksille vanhoihin sähköjärjestelmiin. Pyrin kokoamaan varsinkin ne standardin osat, jotka koskettivat työn kohdetta.

Standardissa SFS 6000 8 802 annetaan soveltamisohjeita standardisarjan SFS 6000 eri osien soveltamisesta korjaus-, muutos- ja laajennustöihin.

Yleisten ominaisuuksien määrittelyt:

- Käyttöolosuhteiden muuttuessa ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin, joilla voidaan varmistaa sähkölaitteistojen turvallisuus muuttuneissa olosuhteissa (ktm 1193/1999, 9§)
- Korjaustöissä pitää noudattaa perussuojausta koskevia vaatimuksia lukuun ottamatta sähkötiloissa olevien asennusten korjaustöitä, joissa saa noudattaa alkuperäisen asennusajankohdan mukaisia vaatimuksia (SFS 6000-8-802.30 ja -802.410.3.4).
- Jos vanhoissa asennuksissa on käytössä verkkojännitteeseen kytkettyjä ilman suojakosketinta olevia pistorasioita tai kiinteästi asennettuja suojausluokan 0 laitteita tai suojamaadoittamattomia suojaluokan I laitteita ulkotiloissa, peseytymistiloissa ja tiloissa, joissa on maahan johtavassa yhteydessä oleva lattia tai alusta, on pistorasiat muutettava suojakosketinpistorasioiksi ja muille laitteille käytettävä olosuhteisiin sopivaa suojausmenetelmää. Jos keittiöissä ja vastaavissa tiloissa on käytössä verkkojännitteeseen kytkettyjä ilman suojakosketinta olevia pistorasioita enintään 3,25 m päässä vesihanasta, tai maahan johtavassa yhteydessä olevasta metallisesta työtasosta tai vastaavasta, on nämä pistorasiat vaihdettava suojakosketinpistorasioiksi tai käytettävä muuta olosuhteisiin sopivaa suojausmenetelmää. (802.30)
- Jos korjaustyössä käytetään kaapeleita, suositellaan myöhempien muutostöiden helpottamiseksi aina käytettäväksi kaapeleita, joissa on mukana suojamaadoitusjohdin. Suojamaadoitusjohdin pitää aina kun se on mahdollista kytkeä suojamaadoitukseen. Jos se jätetään kytkemättä, on se varustettava loppupäästään tästä huomauttavalla merkinnällä. Suojamaadoitusjohdinta ei saa kytkeä pelkästään loppupäästä (kuormituksen puoleisesta päästä). (802.30)

2.2 Suojausmenetelmät

Sähkölaitteiston suojausmenetelmiin on koottu 600-8-802-4 kappaleessa luetellut vaatimukset ja tavat toteuttaa sähkölaitteiston muutos niin, että henkilösuojaus pysyy parempana.

2.2.1 Suojaus sähköiskulta

SFS 6000-4-41 Liitteen 41A mukaisia perussuojausta koskevia vaatimuksia pitää noudattaa muutos- ja laajennustöissä ja yleensä myös korjaustöissä. Liite 41A antaa vaatimuksia jännitteisien osien peruseristykselle sekä suojaukselle ja koteloinnille.

Sähkötiloissa voidaan korjaustöissä ja kalustettaessa olemassa olevien keskusten varattiloja harkinnan mukaan käyttää aikaisempaa perussuojausmenetelmää.

2.2.2 Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla

Tehtäessä sähköasennuksia aikaisemmin rakennettuihin laitteistoihin tai laitteistoihin, jotka liittyvät aikaisemmin rakennettuun sähköliittymään tai jotka liitetään aikaisemmin rakennettuun jakeluverkkoon, voidaan noudattaa seuraavassa esitettyjä periaatteita.

Sellaisissa uusissa sähköliittymissä, jotka liitetään aikaisemmin rakennettuun jakeluverkkoon tai sellaisissa muutos- ja laajennustöissä, jotka kohdistuvat aikaisemmin rakennettujen sähköliittymien sähköasennuksiin, voidaan liittymän pääsulakkeet mitoittaa pääsulakkeiden suojaamissa virtapiireissä esiintyvän pienimmän yksivaiheisen oikosulkuvirran perusteella taulukon 802.1 mukaisesti, ja lisäksi voidaan kohdan 411.3.2 vaatimuksista poiketen sallia pääjohdoissa ja ryhmäjohdoissa enintään 5 sekunnin syötön poiskytkentäaika. Pistorasiaryhmien osalta ei lievennystä voi kuitenkaan käyttää julkaisun A 2-94 voimaantulon jälkeen toteutetuissa asennuksissa, ks. liite 802A. Muut SFS 6000-4-41 luvun 411 vaatimukset ovat voimassa

Aikaisemmin rakennettuna verkkona tarkoitetaan tässä ennen vuotta 1994 (julkaisun A 2-94 voimaantuloa) rakennettua verkkoa. Aikaisemmin rakennettuna jakeluverkkona pidetään muita verkkoja kuin kokonaan uusia, uuden muuntamon ja pienjänniteverkon käsittäviä muuntopiirejä.

Pienimmät sallitut yksivaiheiset oikosulkuvirrat aikaisemmin rakennettuun jakeluverkkoon liitettävien sähköliittymien pääsulakkeiden suojaamissa virtapiireissä:

Ylivirtasuoja	Oikosulkuvirta
Sulake $I_N \leq 63 \text{ A}$	$3,5 \times I_N$
Sulake $I_N > 63 \text{ A}$	$4,5 \times I_N$

Taulukko 1. Pienimmät sallitut yksivaiheiset oikosulkuvirrat

Jos suojausvaatimusten toteuttaminen käyttämällä ylivirtasuojilla toteutettua syötön automaattista poiskytkentää ei ole taloudellisesti tai muusta syystä järkevää, voidaan ryhmäjohtojen suojauksessa käyttää vikavirtasuojaa. Myös luokan II laitteiden käyttö SFS 6000-4-41 luvun 412 mukaisesti on usein käyttökelpoista.

Käytettäessä suojausmenetelmänä syötön automaattista poiskytkentää, on suojauksen toimivuuden kannalta tärkeää, että kohdan 411.3.1.2 mukainen suojaava potentiaalin-tasaus on kunnossa. Rakennukseen tehtävien muutos- ja laajennustöiden yhteydessä on tarkistettava ja tarvittaessa lisättävä tai korjattava potentiaalin-tasaus. Jos rakennuksella ennestään ei ole maadoituselektrodia ja muutos- tai laajennustyön yhteydessä tehdään kaivutöitä, esim. liittymisjohto muutetaan maakaapeliksi, rakennukselle tehdään kohdan 411.4.2 mukainen maadoitus.

2.2.3 Lisäsuojaus

SFS 6000-4-41 kohdan 411.3.3 mukainen lisäsuojaus voidaan toteuttaa muutos- ja lisäystoissa seuraavilla tavoilla:

- Suositellaan, että kaikki tavanomaisen käytön pistorasiat suojataan mitoitus-toimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla SFS 6000-4-41 kohdan 411.3.3 ja liitteen 41X mukaisesti.
- Jos tehdään uudisasennuksia, joissa sekä jakokeskus että johtojärjestelmät uusi-taan, pitää noudattaa kohdan 411.3.3 vaatimuksia. Jos uusitaan vain keskus, sii-nä pitää varautua vikavirtasuojien asentamiseen.

Kun tehdään yksittäisiä lisäyksiä, joissa ei asenneta uutta jakokeskusta, ainakin ulos asennettavat enintään 32 A pistorasiat ja SFS 6000-7 tai -8 standardeissa vaaditut pistorasiat, lämmityskaapelit taipuisat lämmityselementit pitää suojata mitoitus-toimintavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. (802.411.3.3)

2.2.4 Muut vikasuojausmenetelmät

Luokan II laitteiden käyttö (SFS 6000-4-41 luku 412) vikasuojausmenetelmänä laajennus- ja muutostöissä on suositeltavaa, varsinkin jos laajennetaan vaarattomissa käyttöolosuhteissa (katso liite 802B) olevaa asennusta eikä asennukseen helposti voida lisätä syötön automaattisen poiskytkennän edellyttämiä suojamaadoitusjohtimia.

HUOM. Suojausluokan II laitteita tai vastaavaa suojausta voidaan käyttää sekä tiloissa, joissa on käytössä suojamaadoitettuja laitteita, että tiloissa, joissa on käytössä suojamaadoittamattomia laitteita

Asennettaessa vaarattomiin käyttöolosuhteisiin luokan 0 laitteen tai suojamaadoittamattoman luokan I laitteen tilalle luokan II laite tai lisätään olemassa olevien pistorasioiden lisäksi luokan II laitteiden liittämiseen tarkoitettuja pistorasioita (ks. SFS 6000-8-813), niille ei tarvitse tuoda kohtien 412.2.3.2 ja 813.4 mukaisesti suojamaadoitusjohdinta. Tällaisessa tilanteessa luokan II laitteiden liittämiseen tarkoitettu pistorasia voidaan asentaa ilman, että sen lähellä on kohdan 813.4 mukaisesti suojakosketinpistorasia.

Suojausluokan 0 laitteita tai ilman suojakosketinta olevia pistorasioita voidaan asentaa uudisasennuksissa vain, kun vikasuojausmenetelmänä käytetään sähköistä erotusta (SFS 6000-4-41 luku 413). Tällä tavalla voidaan syöttää yksittäisiä luokan 0 laitteita, esim. arvokkaita valaisimia. Vaarattomissa käyttöolosuhteissa sijaitsevaa laitteistoa voidaan laajentaa lisäämällä ilman suojakosketinta olevia pistorasioita tai suojamaadoittamattomia laitteita vain, jos voidaan noudattaa liitteen 802B mukaisia vaarattomien käyttöolosuhteiden vaatimuksia.

Jos asennukseen lisätään suojamaadoitettu pistorasia tai suojamaadoitettu laite, koko huoneen asennukset pitää yleensä muuttaa siten, että käytetään suojamaadoitusta tai luokan II laitteita tai suojausluokan II laitteille tarkoitettuja pistorasioita. Vaihtoehtoisesti voidaan noudattaa liitteen 802B vaatimuksia erilaisten laitteiden välisille etäisyyksille. (802.41.10)

Kyseisessä asennuksessa, kaikki pistorasiaryhmät, lämmitysryhmät (SLY1.3) liitettiin vikavirtasuojaukseen, suojamaadoituksen lisäksi. Katso liitteinä olevat keskuskaavio ja tasokuvat. Syinä tähän olivat myös muuntajan L1-vaiheen huono oikosulkuvirran arvo

ja se, että vanhaan kohteeseen ei pystynyt erottelemaan valaisinryhmiä erikseen pistorasiaryhmistä, johtuen olemassa olevasta putkituksesta.

2.3 Perusmääräykset standardin 6000 kappaleesta 4-41, joihin ylempänä viitataan

Standardissa SFS 6000 edellytetään, että käytettäessä itsetoimivaa laukaisua kosketusjännitesuojauksen toteuttamiseen laukaisun tulee tapahtua niin nopeasti, että viallisen sähkölaitteen rungossa ennen vian poiskytkemistä esiintyvä kosketusjännite ei aiheuta hengenvaaraa. Sähkölaitte varustetaan tämän takia suojajohtimella, jonka avulla eristysvika muutetaan yksivaiheiseksi oikosuluksi. Oikosulkusuojan tulee toimia riittävän nopeasti ja erottaa viallinen sähkölaitte verkosta.

Standardin SFS 6000 kohdassa 413.1.3.3 annetaan seuraava taulukko (41A) suurimmalle poiskytkentäajalle eri nimellisvaihejännitteille:

Nimellisvaihejännite U_0/V	Poiskytkentäaika/s
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Taulukko 2: (41A) poiskytkentäajat

Käytännössä taulukko edellyttää, että syöttävä sähköverkko pystyy kehittämään niin suuren yksivaiheisen oikosulkuvirran, että taulukon laukaisuehdot toteutuvat. Standardi ilmaisee asian myös seuraavan kaavan avulla:

$$Z_s \times I_a \leq U_0 \quad (1)$$

Kaavassa Z_s tarkoittaa vikapiirin impedanssia, I_a virtaa, jolla ylivirtasuojia varmasti toimii taulukon 2 mukaisessa ajassa ja U_0 nimellisvaihejännitteellä.

Kiinteille laitteille hyväksytään pitempi poiskytkentäaika, ei kuitenkaan yli 5 s. Jos samaan ryhmäkeskukseen on kytketty sekä pistorasiaryhmiä, että kiinteitä laitteita, on myös kiinteille laitteille käytettävä taulukon 41 A laukaisuaikoja. Tämä johtuu siitä, että kiinteän laitteen eristysvian aikana pistorasioiden suojakoskettimien jännite samaan keskukseen liitetyissä pistorasioissa voisi nousta yli hengenvaarallisena pidettävän 50 V arvon 5 s ajaksi ja aiheuttaa vaarallisen sähköiskun siirrettävän laitteen käyttäjälle. Kiin-

teille laitteille saadaan käyttää 5 s laukaisuaikaa, jos jompikumpi seuraavista ehdoista on täytetty.

1. Suojajohtimen impedanssi kyseisen ryhmäkeskuksen ja rakennuksen pääpotentiaalintasauskiskon välillä ei ylitä seuraavaa arvoa:

$$R_A \times I_d \leq 50V \leftrightarrow \frac{50V}{U_0} \times Z_s \quad (2)$$

Missä R_A = jännitteelle alttiiden osien suojamaadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin resistanssin summa (Ω) ja I_d = ensimmäisen vian vikavirta (A) äärijohtimen ja jännitteelle alttiin osan välillä, kun vikaimpedanssia ei oteta huomioon.

2. Tällöin ryhmäkeskuksen suojakiskon potentiaali ei voi kohota yli 50 V arvoon. (600-4-411.6.2)
3. Ryhmäkeskukselle on suoritettu potentiaalintasaus, joka täyttää pääpotentiaalintasaukselle asetetut vaatimukset.

2.3.1 Likimääräinen laskumenetelmä standardin määrittelemälle oikosulkuvirralle ja kaapelin pituudelle

Seuraava laskumenetelmä on likimääräinen, mutta käytännössä riittävän tarkka. Menetelmässä oletetaan pienjänniteverkko resistiiviseksi, vaihejännitteeksi 95% nimellisarvosta ja johtimet ajatellaan vikaa edeltäneenä aikana olleen lievästi ylikuormitettuja siten, että johtimien lämpötila on saavuttanut $+80^\circ\text{C}$ arvon.

Syöttävän verkon yksivaiheinen oikosulkuvirta lasketaan kaavalla:

$$I_k = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z} \quad (3)$$

Kaavassa kerroin c on 0,95, joka ottaa huomioon verkon lievän alijännitteen sekä jännitteen aleneman liittimissä, sulakkeissa ja kytkimissä, U on verkon nimellispääjännite ja Z virtapiirin kokonaisimpedanssi.

Tärkein yksinkertaistus on se, että osaimpedanssit lasketaan aritmeettisesti yhteen, jolloin todellinen impedanssi on aina laskettua arvoa pienempi ja vikavirta siten suurempi.

Usein käytännössä täytyy määrittää suurin sallittu johtopituus, kun suojalaitetta edeltävän verkon impedanssi Z_V tai oikosulkuvirta on tunnettu.

Sallittu johtopituus voidaan laskea käyttäen kaavaa:

$$l = \left(\frac{c \times U}{\sqrt{3} \times I_k} - Z_V \right) / (2 \times z) \quad (4)$$

jossa

l on johtopituus (km)

c on kerroin 0,95

U on pääjännite (V)

I_k on oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa

Z_V on impedanssi ennen suojalaitetta

z on suojattavan johtimen impedanssi (Ω/km) joka voidaan ottaa esim. D1 2012 taulukosta 41.6 tiedettäessä johtimen pinta-ala ja materiaali.

2.4 Sähkölaitteiden standardinmukaisuus

Käytettäessä aikaisemmin käytössä olleita silloisten standardien mukaisia asennustarvikkeita uuden tai muutetun asennuksen osana, on niiden käyttöä aina erikseen harkittava ottaen erityisesti huomioon laitteiden ikä ja kunto. Lisäksi on noudatettava seuraavaa:

- Suojausluokan 0 laitteita saa käyttää vain sähköisen erotuksen avulla tai tiloissa, jotka kaikilta osiltaan vastaavat sähköturvallisuusmääräysten mukaisia vaaratomia käyttöolosuhteita, katso liite 802B.
- Käytettyjen johdinvärien on joko vastattava vanhassa asennuksessa käytettyjä johdinvärejä tai täytettävä SFS 6000-5-51 kohdan 514.3 vaatimukset. Uudelleen asennettavan kaapelin suojamaadoitusjohtimen värin pitää kuitenkin olla aina kohdan 514.3 mukaisesti kelta-vihreäraitainen.
- Pistokytkimien on täytettävä SFS 6000-8-813 vaatimukset.
- Uudelleen käytettäville sähkölaitteille ja asennustarvikkeille on tehtävä SFS 6000-6 standardissa määritellyt tarkastukset ja testit

(802.511.1) Asennuksessa poistettiin kaikki nolla-luokan laitteet ja rasiat sekä uusittiin kaikki johtimet ja kaapelit mittakeskukselta eteenpäin, joten yllä olevat kohdat toteutuivat kaikilta muilta osin jo luonnostaan. Myös käyttöönottotarkastukset vanhoille laitteille kuten lämminvesivaraaja, kiuas, liesi jne.

2.5 Liitokset ja Johtimet

Standardi antaa vanhojen asennusten korjauksille ja muutoksille ohjeita mm. liitoksien jatkamisesta ja johtimien väreistä.

Jos johtimia joudutaan jatkamaan esim. liitettäessä ryhmäjohtoja uuteen jakokeskukseen, jatko pitää tehdä rasiassa tai keskuksen sisällä kiinteässä liittimessä tai jännitetason mukaisissa johdinjatkoksissa. Jos liitoksia tehdään vanhoihin johtimiin, on johtimien eristeiden eheys varmistettava. (6000-8-802.526). Työkohteessa pyrin siihen että vanhoja johtimia ei jatkettu vaan ne korvattiin kokonaisuudessaan uusilla.

Olemassa olevissa verkoissa on käytössä ennen Sähkötarkastuskeskuksen julkaisun A 1 89 voimaantuloa rakennettuja johtoja, joissa suojamaadoitus on tehty ”nollaamalla” eli yhdistämällä jännitteelle alttiin osan suojamaadoitusliitin suojamaadoitusjohtimen välityksellä nollajohtimeen. Nämä nollajohtimet ovat toiminnaltaan PEN -johtimia, vaikka niiden poikkipinta-ala saattaa olla pieni ja väri on sama kuin puhtaalla nollajohtimella eli yleensä vaaleansininen tai harmaa. Asennuksen muutos- ja laajennustyöt pitäisi suunnitella ja toteuttaa siten, että aina käytetään johtoja, joissa on erilliset nolla- ja suojamaadoitusjohtimet tai PEN -johtimen poikkipinta vastaa SFS 6000-5-54 vaatimuksia. (6000-8-802.543.4)

Työkohteen kaikki vanhat nollaukset ja pistorasiat ynnä muut kojeet purettiin kokonaisuudessaan ja korvattiin uusilla 2012-standardissa mainituilla väreillä ja poikkipintaisilla johtimilla ja rasioilla. Rakennuksen vanha TN-C-S -järjestelmä muutettiin uuden ryhmäkeskuksen myötä vastaamaan täysin TNS -järjestelmää potentiaalın tasauskiskoi-neen, maadoituselektroneineen ja ylijännitesuojauksineen. Samoin kaikki pistorasiat vastaavat standardin määrittelyjä ja ne on suojattu vikavirtasuojakytkimillä. (kpl 2.2 ja 2.4)

2.6 Kylpy- ja suihkuhuoneiden asennusten muutokset

Standardin kohdassa 6000-8-802.701 määritellään seuraavasti kylpy- ja suihkuhuoneiden asennusten muutoksille:

Aikaisemmin rakennetuissa kylpy- ja suihkuhuoneissa asennusvaatimukset poikkeavat SFS 6000-7-701 vaatimuksista. Esimerkiksi pistorasia on pitänyt sijoittaa vähintään 1,0 m päähän suihkun suuttimesta tai 0,5 m päähän kylpyammeen reunasta, eikä valaisimen sijoittamiselle ollut erityisiä vaatimuksia.

Kun aikaisempien määräysten mukaan tehtyjen kylpy- tai suihkuhuoneiden asennuksia muutetaan, pistorasia pitäisi sijoittaa aina kun se on mahdollista osan 7-701 mukaisesti. Jos tämä ei ole mahdollista, voidaan pienissä tiloissa pistorasia sijoittaa vanhojen vaatimusten mukaisesti vähintään 1,0 m etäisyydelle suihkun vesipisteestä tai 0,5 m etäisyydelle suihkualtaan tai kylpyammeen reunasta. Pistorasiat pitää aina suojata enintään 30 mA vikavirtasuojalla.

Yllä olevaa oli noudatettu asennettaessa pistorasia suihkutilaan. Tämä pistorasia poistettiin nyt kokonaan käytöstä (pesukone oli alle 1,0 m päästä suihkusta, ja sen liitäntäjohto oli kokenut pienimuotoisen oikosulun jossain vaiheessa (musta ja osittain sulanut, myös siksi pesukonekin uusittiin). Pistorasia sekä uusi pesukone asennettiin teknilliseen tilaan. Teknillisessä tilassa tehtiin kiinteä vesipiste (LVI-asentaja) ja poistovesiputki vain pesukonetta varten.

Standardi määrittelee vanhoille valaisimille suihkutilassa seuraavaa: Valaisimet voidaan asentaa myös alueelle 1, jos ne ovat vähintään 1,7 m korkeudella lattiasta. Valaisimia ei tarvitse suojata vikavirtasuojalla, ellei samalla uusita koko asennusta, ks. kohta 802.411.3.3.

Muilta osin kuten kotelointiluokan valinnassa on noudatettava SFS 6000-7-701 vaatimuksia. Jos valaisin sijoitetaan varsinaiseen suihkutilaan, on otettava huomioon valaisimen rikkoutumisvaara.

Koska koko asennus uusittiin, niin myös valaisimet uusittiin IP44-luokkaa vastaaviksi Led-valolähteillä oleviksi plafondeiksi.

3 KOHDE JA SIIHEN LIITTYVIÄ ASIOITA

Valitsemani kohde on Raumalla sijaitseva omakotitalo, joka alun perin on rakennettu 1974. Vuosien varrella kohteeseen on tehty erinäisiä muutoksia niin huoneiden kuin sähköjen osalta. Kaikki nämä muutokset ovat jääneet dokumentoimatta, joten ensimmäinen asia olikin piirtää talosta ajantasainen pohjakuva. Julkisivukuvien päivityksen tasakattoisesta rakennuksesta harjakattoiseksi jätin väliin, koska se ei vaikuttanut itse sähkökuviin.

Kohde oli kokenut kylmän varastotilan päivityksen lämpimäksi tilaksi sekä olohuoneen seinän siirron ja näissä yhteyksissä tehtyjä sähköjen muutoksia. Siksi oli helpompi tehdä uusi pohjakuva ja alkaa päivittää uuteen kuvaan sähköjen tasokuvaa sitä mukaa kuin saneeraus eteni.

3.1 Saneerauskohteen vanha sähköjärjestelmä ja sen vikoja

Kohteen sähkönsyöttö läheltä olevalta tiiliseltä 20kV/0,4kV-muuntajalta oli toteutettu AMKA-ilmajohdolla rakennuksen varaston kulmaan (tasokuva). Pääsulakkeina oli alussa käytetty 32A gG mutta myöhemmässä vaiheessa tiputettu 25A gG. Asunnon lämmitysmuotona oli ja on edelleen suora sähkölämmitys sähköpattereilla. Nykyisin sähkölämmitystä on pienennetty varaavan takan ja sen yhteyteen asennetun ilmalämpöpumpun ansiosta.

AMKA:n liittymiskohdassa oli käytetty erillistä rasiaa, johon oli tuotu mittakeskuksen pääsulakkeet ja tästä jakorasiasta puolestaan oli alunperin seinän pinnalla katonrajassa tuotu 4x10 MMJ. Saneerauksen yhteydessä kirvesmies oli haudannut tämän nousukaapelin vanerilevyjen sisälle. Samoin saneeratun varaston sähköt oli tehty uppoasennuksena MMJ:tä käyttäen niin, että kaapelit olivat suoraan laudoituksen ja villan sisällä, eivätkä vaihdettavissa.

Alunperin kohteen sähköjärjestelmä oli toteutettu TN-C järjestelmällä jolloin jokaisen lähtevän ryhmän viimeinen pistorasia oli nollattu, tai rasiat kaikki nollaluokan. Alkuperäisille pistorasioille oli rakennusvaiheessa viety JM 16 -muoviputket sekä asennettu välille jakorasioita ja ennen kojerasioita. Pattereille oli myös viety omat putket lattian kautta ja huomioon oli otettu myös liesi, kiuas ja lämminvesivaraaja.

Kiukaan paikka oli muuttunut vuosien saatossa ja alkuperäinen jakorasia oli jätetty jonkin saunan seinien sisälle ja sieltä tuotu vanhalle metalliselle saneerausrasialle MMJ:llä (keskukselta lähti ML-johtimilla syöttö kiukaalle), jonka reittiä en saanut koskaan selville.

Koska myöhemmässä vaiheessa oli asennettu maadoitettuja pistorasioita, mittakeskus oli päivitetty PE -kiskon osalta. Tässä tapauksessa tosin suojajohtimet ja nollajohtimet oli kytketty sekaisin kumpaankin kiskostoon.

Pesutilan saneerauksen yhteydessä suihkun välittömään läheisyyteen oli tuotu IP44-luokiteltu pistorasia ja pesuhuoneen valaisimesta oli jatkettu katon kautta saunan kattoon valaisin käyttämällä toivottavasti lämmönkestävää kaapelia. Tämä kaapeli tosin mureni käsiin poistettaessa kaikki edellä mainitut asennukset. Pesutilan valaisimen syöttö oli toteutettu työntämällä 3x1,5 MMJ halkaisijaltaan 12 mm muoviputkeen, joka lähti pukutilan katosta olevasta jakorasiasta.

Rakennuksesta ei löytynyt potentiaalintasauskiskostoa taikka maadoituselektronia eikä johtavia putkistoja (vesiputket) oltu maadoitettu mitenkään.



Kuva 1. Vanha mittakeskus ja sen alla olevaa seinää purettuna. Alhaalla näkyy betoniraudoitusta, joka ilmeisesti oli tarkoitettu liitettäväksi pääpotentialin tasauskiskostoon. Se oli jätetty kuitenkin tekemättä ja niin rautakin oli jätetty käyttämättä.

Vanha mittakeskus energiamittareineen siirrettiin saneerattuun varasto tilaan ja siitä purettiin siirron yhteydessä vanha 70 luvun sähkölämmityksen ohjauskytkentä kontaktoreineen. Lännen omasähköltä pyydettiin lupa mittakeskuksen siirtoon sekä pääkytkimen suoja Pellin sinetin katkaisuun. Siirto oli mahdollista tehdä, koska energiamittarin ja pääkytkimen etuvarokkeet olivat omassa kenttäkotelossaan saneeratun varaston sisäpuolella. Mittakeskus saatiin jännitteettömäksi irroittamalla nämä 25 A gG tulppa sulakkeet siirron ajaksi.



Kuva 2. Vanhalle mittakeskukselle tulevan nousukaapelin etsiminen seinän sisältä, jouduttu purkamaan viereisen huoneen lastulevyseinä tässä vaiheessa. Huomioitavaa on, että myös oikeanpuoleinen seinä purettiin ja vaihdettiin gyproc-levyihin ja nousukaapeli jätettiin pinnalle katon ja seinän muodostamaan kulmaan.

3.2 Sähkötöiden tekemisessä huomioon otettavia asioita

Koska asunto oli asuinkäytössä koko saneerauksen ajan, koko asuntoa ei voinut kytkeä pois sähköverkosta, vaan työt etenivät ryhmäjohtotasolla. Uudisrakennuksilla käytetään työmaakeskusta, jolloin voidaan rakentaa suurin osa sähkölaitteistosta huomattavasti turvallisemmin kuin vanhoissa saneerauskohteissa, joissa joutuu työskentelyssä noudattamaan erityistä varovaisuutta ja sähkökatkokset minimoimaan.

Koska uusi ryhmäkeskus on ja käytännössä vanha mittakeskuskin uusittiin viisikiskoiseksi, vanhoja PEN-johtimella (nollajohtimella) varustettuja ryhmäjohtoja ei voitu enää käyttää vaan kaikki vanhat ryhmäjohdot uusittiin vastaamaan uutta standardia sekä värikoodia. Poikkeuksena oli vesipumppu, jossa käytettiin vanhoja ryhmäjohtoja (kaikki mustia) ja PE -suojajohdinta.

Saneerauskohteessa jouduttiin vanha laitteisto purkamaan (johtimet, kaapelit, pistorasiat, kytkimet/katkaisijat sekä muut kojeet ryhmäkohtaisesti ennen kuin varsinaista uusimista voitiin ryhtyä tekemään. Tämä purkuvaihe on ehkä sähköturvallisuuden kannalta

kaikkein vaativin osa-alue, varsinkaan kun talosta ei ole minkäänlaista sähkökuvaa tai edes kuvausta mitä laitteita tai rasioita kunkin keskukselta lähtevän ryhmän taakse pitäisi kuulua.

Tällaisessa ilman sähkökuvia olevassa saneerauskohteessa turvallisella tapalla työskennellä on erottaa yksi ryhmä kerrallaan keskuksen lähdöstä. Tämä tapahtuu tekemällä keskus jännitteettömäksi ja varmistamalla jännitteettömyys ennen kuin irrottaa purettavan ryhmän vaiheen jonka jälkeen ryhmän nolla-johtimen sekä mahdollisen suojamaajohtimen. Kun sähkö on kytkenyt takaisin jäljelle jääviin ryhmiin niin purettavan ryhmän kalusteet pitää jokainen erikseen mitata ennen purkamista, ettei vahingossa katkaise jännitteisiä johtimia.

3.3 Saneerauskohteen sähkösuunnittelu

Saneerauskohteessa sähköistyksen uusiminen parantaa asumisviihtyvyyttä, paloturvallisuutta ja ennen kaikkea sähköturvallisuutta laillisten vikavirtasuojakytkimien tuoman lisäsuojan ja potentiaalitasauskiskon yhteyteen lisätyn maadoituselektrodin kautta. Hyvin ryhmitelty sähkökeskus antaakin turvallisuutta myös siltä kannalta, että käyttäjän virheestä tai laiterikon aiheuttamasta oikosulusta tippuu vain sen ryhmän vikavirtasuojaja (tai johdonsuojakatkaisija) ja muualle rakennukseen jää sähköt valaistuksen ja laitteiden osalta. Kohteen hyvällä sähkösuunnittelulla voidaan vaikuttaa tuntuvasti rakennuksen toimivuuteen (koko talon sähköt eivät enää ole kolmen sulakkeen takana), viihtyvyyteen ja energia-tehokkuuteen (uudet sähkölämmityspatterit ja muut kalusteet). Kaikki tämä vaikuttaa parantavasti, jollei asunnon arvoon, niin ainakin sen mahdolliseen myyntiin nopeuttavasti. Saneerauskohteena olevan omakotitalon sähkösuunnittelu ja parannukset lähtevät tällä hetkellä lähes aina asiakkaan pyynnöstä ja toiveista, varsinkin niissä tapauksissa, kun vanhan sähköjärjestelmän laitteiden ja johtojen elinikä on tulossa kohti loppua. Tulevaisuudessa tämä tarve uusimiselle voi riippua vakuutusyhtiöiden paloturvavakuutuksien maksujen suuruudesta ja määräyksistä, hypoteesina että vakuutusyhtiöt voivat nostaa vanhojen asuntojen vakuutusmaksuja suurentuneen paloturvallisuusriskin takia (sähkölaitteiston aiheuttamien).

On tärkeää, että asiakas pääsee alusta asti vaikuttamaan sähköistys- ja valaistusratkaisujen uusimiseen. Taloudelliset resurssit kannattaa huomioida jo tässä vaiheessa ja tehdä arvio mahdollisten tarvikkeiden ja ryhmäkeskuksen hinnasta. Työn hintaa saneeraus-

kohteessa on vaikea arvioida, koska työn edetessä tulee vastaa moninaisia ongelmia, jotka pitää ratkaista sitä mukaan kun tekee töitä. Esimerkiksi mahdollisia seinän purkuja, osittain kattopaneelin purkua (piilossa olevien jakorasioiden tai kaapelin vaihtamisen takia).

Saneerauksiin erikoistuneen sähkösuunnittelijan/urakoitsijan tehtävänä on toimia oman alansa asiantuntijana, joka osaa esittää ideoita ja ratkaisuja erilaisiin tilanteisiin. Suunnittelijan täytyy luoda hyväksytyjen ratkaisuvaihtoehtojen pohjalta suunnitelmasta sellainen, että kohde voidaan rakentaa ja käyttöönottaa, ja päivittää suunnitelmia töiden edistymisen ja toteutumistapojen suhteen.

Tässä saneerauskohteessa tehtiin aluksi arvio minkälainen keskus olisi ja mitenkä ryhmät voitaisiin jaotella karkeasti. Itse tekovaiheessa ryhmien syöttö ja laajuus muuttuivat ja lopullisiin kuviin tuli päivitetty ratkaisut.

Sähkösuunnittelu ei ole sähkötyötä sähköturvallisuuslain ja sen pohjalta annetun ministeriön päätöksen (KTMP 516/1996) mukaan. Sähkösuunnittelijan on kuitenkin tunnettava sähköturvallisuuteen ja sähkötyöturvallisuuteen liittyvät seikat, jotta suunnitelmien pohjalta voidaan tehdä kokonaisuus, joka on turvallinen ja säännösten mukainen.

Saneeraussähkösuunnitteluun liittyvät dokumentit:

- asemapiirustus, päivitetty mikäli vanhaa pohjaa löytyy
- tasopiirustus, yleensä tehtävä pohjapiirustus itse ja siihen päivitettävä kulkureitit johdinreittien selvitysten jälkeen
- keskuskaaviot uusien ryhmäkeskusten osalta, jos myös mittakeskus vaihtuu niin myös sen osalta
- antennijärjestelmät päivitetään jos siihen tulee muutos
- yleiskaapelointijärjestelmät luodaan jos asuntoon lisätään sellainen, todennäköisin vaihtoehto jälkeenpäin lisätylle yleiskaapelointijärjestelmälle on pinta-asennus tai asennus erilliseen listaan.

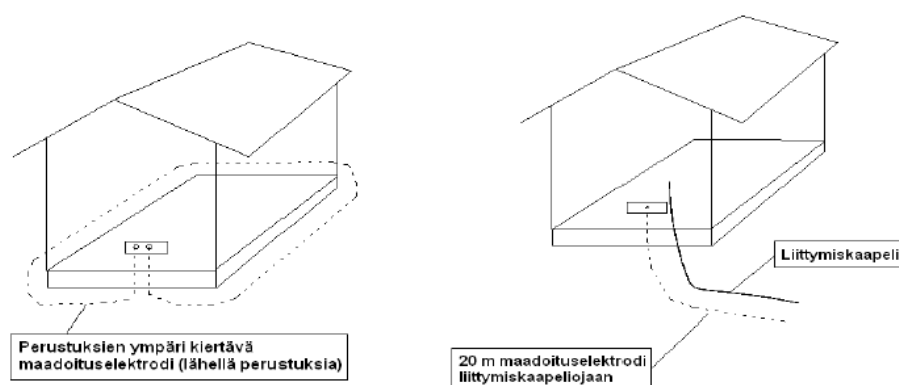
4 MAADOITUSELEKTRODI

Saneerauskohteessa joutuu useimmiten myös päivittämään kohteen maadoitusta ja rakentamaan kokonaan tai osittain uusiksi suojaava potentiaalintasauskiskosto ja siihen tulevat suojajohtimet niin mittauskeskukselta kuin muilta johtavilta järjestelmiltä, joihin käyttäjä voi olla kosketuksissa. Maadoitusjärjestelmä (elektrodi) vaaditaan varsinkin kohteista, joihin lisätään ylijännitesuojaus ilmajohtoja pitkin tulevien jännitepiikkien estämiseksi (lisää kappaleessa 5 ylijännitesuojauksesta).

Jokaisessa pienjännitesähköliittymässä on oltava maadoituselektrodi. Standardissa SFS 6000 suositellaan ensisijaisesti käytettäväksi maadoituselektrodina perustusmaadoituselektrodia. Perustusmaadoituselektrodi on yleensä suljetun renkaan muotoinen johdava osa, joka on upotettu maahan rakennuksen perustusten alle tai ensisijaisesti upotettu rakennuksen perustuksen betoniin. Maadoituksena käytetään yleensä 16 mm² kupariköyttä. Siihen käy myös 90 mm² kuumasinkitty tai ruostumaton teräs. Jos perustusmaadoituselektrodina käytetään perustuksiin upotettua terästä, terästen liitokset on hitsattava toisiinsa, jotta liitokset ovat luotettavia. Perustusmaadoituselektrodin päätarkoituksena on parantaa potentiaalintasausta. Perustusmaadoituselektrodia suositellaan tehtäväksi liittymän jokaiseen rakennukseen, koska potentiaalintasausvaikutus ulottuu ainoastaan siihen rakennukseen, jossa maadoitus on tehty. (D1-2012)

Mikäli perustusmaadoituselektrodia ei pystytä toteuttamaan, voidaan poikkeustapauksissa käyttää liittymiskaapeliojaan sijoitettavaa 20 m:n maadoitus-elektrodia KUVA 3.

Perustusmaadoituselektrodina tulee käyttää vähintään 16 mm² poikkipinnaltaan olevaa paljasta kuparia.



Kuva 3. Perustusmaadoituselektrodin vaihtoehdot jälkeenpäin tehtäessä saneerauskohteessa. (Esimerkki sähkönjakeluyhtiön ohjeistuksesta KSS verkko Oy)

4.1 Suojaava potentiaalintasaus

Jokaisessa rakennuksessa suojaavaan potentiaalintasaukseen on kytkettävä suojamaadoitusjärjestelmä, maadoitusjohdin, päämaadoituskisko ja seuraavat johtavat osat:

- rakennukseen tulevat metalliputket, esim. vesi-, kaasu- ja kaukolämpöputket
- rakenteiden muut johtavat osat, jos ne ovat kosketeltavia normaalissa tilanteessa, metalliset keskuslämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät
- betonirakenteiden rakenneteräkset, jos liittäminen on mahdollista rikkomatta rakenteita.

Jos tällaiset johtavat osat tulevat rakennuksen ulkopuolelta, ne pitää liittää potentiaalintasaukseen niin lähellä rakennukseen sisääntulokohtaa kuin mahdollista.

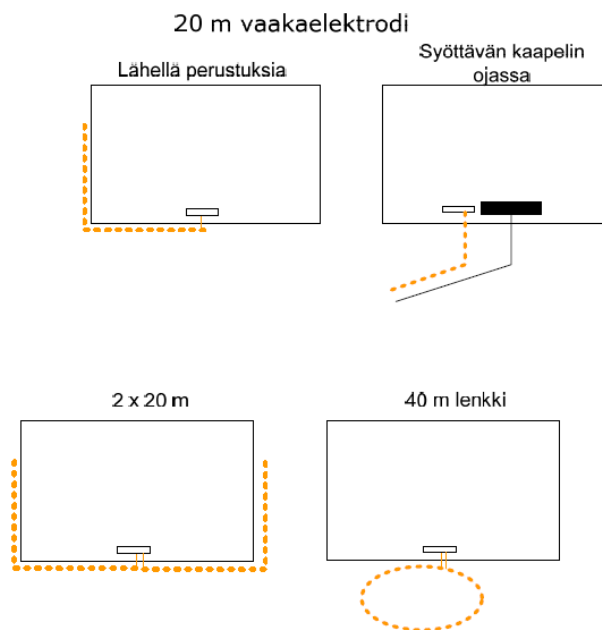
Suojaavien potentiaalintasausjohtimien on täytettävä SFS 6000-5-54 vaatimukset.

Telekaapelien metallivaipat pitää liittää suojaavaan potentiaalintasaukseen ottaen huomioon kaapelin omistajan tai käyttäjän vaatimukset. (6000-4-41-411.3)

Potentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä.

Saneerauskohteeseen tehtiin suojaava potentiaalintasaus käyttämällä OBO Bettermannin tarkoitukseen sopivaa potentiaalintasauskiskoa ja liittämällä tähän kiskoon mittakeskus ja rakennuksen betonirauditus käyttämällä MK16 Keviä sekä rakennuksen vesiputkistot ja vesipumpun paineentasaussäiliö käyttämällä MK 6 Keviä (Standardissa minimi poikkipinta-ala johtaville vesiputkistoille). Nämä kaikki maadoituskohteet olivat lähellä

pääpotentiaalintasauskiskostoa. Pääpotentiaalintasauskiskostoon liitettiin myös kappaleessa mainittu maadoituselektrodi, joka toteutettiin Kuvan 2 osoittamalla tavalla samaan kaivantoon yli 20 metriä liityntäkaapelin kanssa. (Tässä tapauksessa liityntäkaapeli oli nousukaapeli uudelta ryhmäkeskukselta autotalliin, joka sattui olemaan sopivasti 22 metrin päässä rakennuksesta). Toinen maadoituselektrodi, noin 20 metriä, laitettiin samaan kaivantoon vanhaan rakennukseen menevän nousujohdon suojausputkituksen kanssa. Täten saatiin aikaiseksi standardissa mainittu kaksi maadoituselektrodia viiksi-muodossa vastakkaisiin suuntiin. ST-kortisto (ST 53.21),



Kuva 4 erilaisia maadoituselektrodin asennusvaihtoehtoja vanhassa rakennuksessa. (Kari Kallioharju: MAADOITUS, POTENTIAALINTASAUUS JA SUOJAJOHTIMET)



Kuva 5. Pääpotentiaalintasauskisko ja siihen tulevia liityntöjä, kaapelit suojattu asennuksen valmistuttua potkusuojalla: rakennettu erillinen suojaus seinälle.

5 YLIJÄNNITESUOJAUS

Ryhmäkeskukseen asennettiin Ylijännitesuoja, koska standardin mukaan kaikilta uusilta ilmajohtoverkkoon liittyviltä kiinteistöiltä vaaditaan ylijännitesuojausta. Lisäksi soittaessa paikalliselle sähköverkkoyhtiölle (Lännen Omavoima), he suosittelivat ylijännitesuojauksen toteuttamista myös vanhaan kiinteistöön, vaikka standardi ei sitä vaadi olemassa oleviin liittymiin.

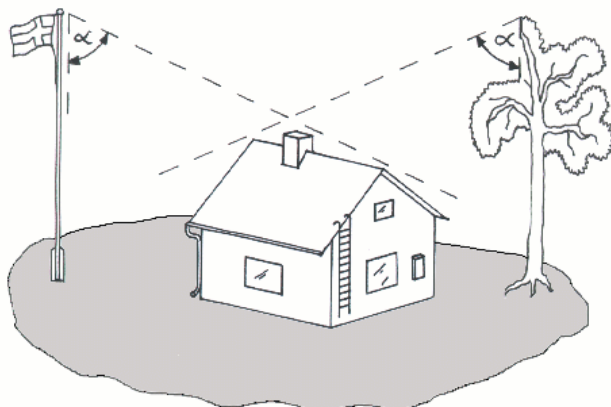
Ylijännite- eli ukkossuojien tarkoituksena on eliminoida sähköverkon ja salaman aiheuttamat jännitepiikit. Ylijännitesuojaus valitaan siten, että ylijännitesuojien suojatasot alittavat ylijänniteluokkien vaatimukset, ja suojien syöksyvirrat vastaavat asennuskohtien todennäköisiä syöksyvirtoja. Myös sähköverkon nimellisjännite pitää ottaa huomioon. Kaikki ylijännitesuojat valitaan periaatteessa suojan suurimman sallitun jatkuvan käyttöjännitteen, suojaustason ja nimellisvirran perusteella. Sähkölaitteiden ylijännitekestoisuus vaikuttaa ylijännitesuojaukseen. (Pauli Kurkoja opinnäytetyö: Omakotitalon ukkossuojaus 2011.)

Pienjänniteverkon ylijännitesuojat rajoittavat ylijännitteet suojaustasonsa mukaiseen arvoon, joka on yleensä 1,5 - 3 kV. Suojien räjähtämättömyys ja kyky estää pysyvä maasulun syntyminen sekä vikaantuneen suojan havaitsemisen helppous on syytä myös huomioida. Tämä tulee ottaa huomioon suunniteltaessa rakennuksen sähkö- ja telejohtojen ylijännitesuojauksen virtakestoisuutta. Selektiivisyys pitää huomioida ylijännitesuojien sähkösuunnittelun valinnassa ja toiminnassa. Selektiivisyys tarkoittaa mahdollisimman pienen verkon osan vikaantumista kerrallaan. (Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus 2005; ABB 2010.)

Telejohtoja tähän vanhaan rakennukseen ei tullut, joten niiden suojaamista ei tarvinnut sen enempää ajatella. Varsinaista ukkossuojausta rakennuksessa ei ollut. Rakennus on korkeiden puiden ympäröimä ja AMKA kulkee puiden oksistojen läpi, eli käytännössä sijaitsee metsässä.

Koska rakennuksen läheisyydessä on korkeita puita, ne voivat ainakin valtaosin estää rakennukseen suoraan osuvat salamaniskut. Puiden vaikutusta kuvaa suojauskulma α (kuva 6). Tämä todennäköisyyslaskennan avulla saatu suojauskulma ei ole aivan yksikäsitteinen, vaan sen arvo riippuu muun muassa puiden ja rakennuksen korkeudesta

sekä salamavirran suuruudesta. Lisäksi suojauspinta, joka on kuvassa merkitty katkovii-
valla, ei ole todellisuudessa aivan suora.



Kuva 6. Puiden antama salamasuojaus.

PUUSTON RAKENTEEEN JA PAIKAN VAIKUTUS SUOJAUSKULMAAN α	
Puusto	α
Metsä ympäröi rakennusta joka puolelta	$<60^\circ$
Metsää rakennuksen kahdella vastakkaisella puolella	$<50^\circ$
Metsää yhdellä puolella rakennusta	$<30^\circ$
Yksinäinen puu	$<25^\circ$

Taulukko 3. Puiden ja paikan vaikutus suojakulmaan α , jolla saavutetaan lähes täydellinen suojaus salaman suoralta iskulta. (Antti J Pesonen TkT, salamasuojaus)

5.1 Omakotitalon salama- ja ylijännitesuojaus yleensä

Piensähköasennusten salamasuojaaminen toteutetaan ylijännitesuojilla. Niitä ovat pääkeskukseen asennettavat karkean tason ylijännitesuojat (B), ryhmäkeskuksiin tai alakeskuksiin asennettavat keskitason ylijännitesuojat (C), ryhmäkeskuksiin ja kiinteistön pistorasiasiatason laitteisiin suoraan sekä ryhmäjohtodossa kytkettyihin laitteisiin kiinteästi asennettavat hienotason kojiesuojat (D). Eräiden D-mallien ledit ilmaisevat toimintakykyä ja vikaantumista. Kukin ylijännitesuoja (B, C, D) noudattaa SFS 6000-4- 44-443.4 2012 taulukon 44-B1 mukaista ylijännitesuojaustasoluokitusta. (Pauli Kurkoja)

5.2 Kohteen ylijännitesuojaus

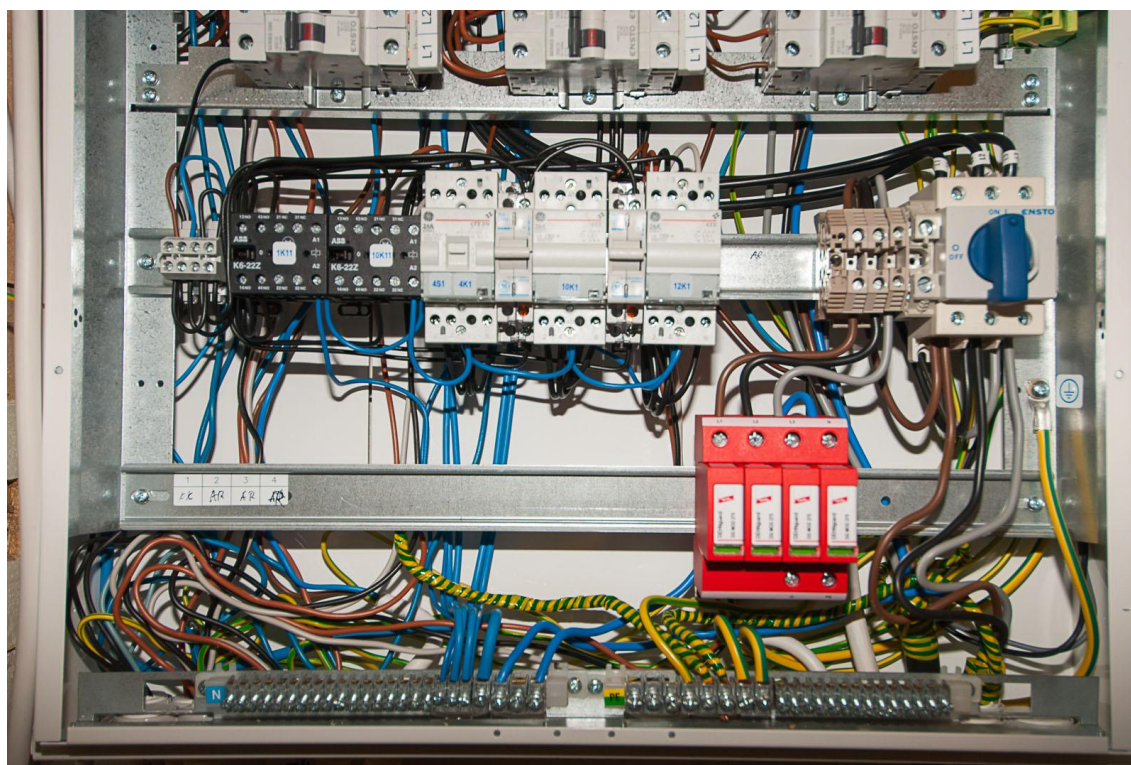
Valitsemassani saneerauskohteessa ylijännitesuojaus toteutettiin keskitason (C) ylijännitesuojalla, mikä asennettiin ryhmäkeskuksen sisälle ryhmäkeskuksen pääkytkimelle tulevan nousukaapelin rinnalle. Ylijännitesuojaksi valikoitui niin sanottu T2-portaan

suoja (vastaa luokkaa C) joka on ns. keskisuojaus, ja vastaa tyyppin 2 suojia (SFS EN 62305 standardin mukaan)

Portaan 2 tehtävä on madaltaa portaan 1, eli karkeasuojia (B) jättämät jännitepiikit hyväksytylle tasolle ($\leq 1,5$ kV). Sijoitus yleensä ryhmäkeskukseen (isoissa rakennuksissa).

Tyyppin 2 suojat toteutetaan poikkeuksetta varistoreilla, joiden elinikä on selvästi kipinävälikkammiota lyhyempi. Lisäksi varistoreilla on aina pieni vuotovirta, mitä kipinävälikkamioilla ei ole. Tämä on huomioitava vikavirtasuojauksista suunniteltaessa.

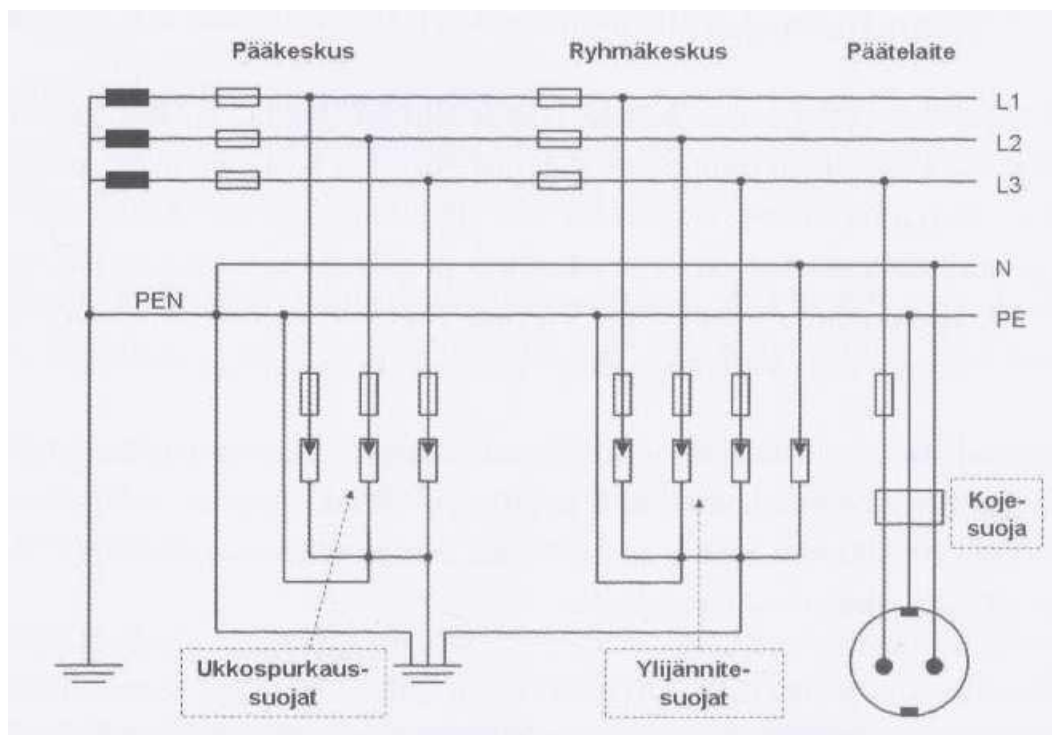
Jos kaikki suojattavat laitteet ovat alle 10 m:n kaapelietäisyyden päässä, ei kolmosporasta välttämättä tarvita. Valmistaja tälle suojalle oli saksalainen Dehn, jolta suojana: DEHNguard DG M TNS CI 275 FM (952 406) nelinapainen keskisuoja, jossa hälytyskosketin ja sisäänrakennettu etusulake. (Finn Electric Ylijännitesuojien valinta)



Kuva 7. Ylijännitesuoja asennettuna ryhmäkeskukseen.

Käytetyistä varistori-tyyppisistä ylijännitesuojista löytyi taas tietoa, että ne eivät kestä suuria ylijännitteitä eikä -virtoja. Ne heikentyvät, jonka takia vaihdettavat suojamoduulit kannattaa vaihtaa uusiin parin salamaniskun ja parin vuoden jälkeen, jotta ylijännitesuojien sisällä olevat komponentit, esimerkiksi varistorit ja sulakkeet, toimivat hyvin tehokkaasti.

Toteutunut kytkentä tehtiin TNS -järjestelmälle määrittelyn mukaisesti, jota myös kutsutaan 4+0 -kytkennäksi. Tässä kytkennässä ylijännitesuojat/moduuli asennetaan vaihejohtimien ja nollajohtimen kautta suojajohdinkiskoon. Vaihtoehtona käytettäessä 3+1 -kytkentää ja siihen sopivaa moduulia mittakeskukseen asennettaessa, varsinaiset ylijännitesuojat asennetaan vaihejohtimilta nollajohdinkiskoon ja seuraavaksi nollajohdinkisko (summavirtasuoja) maadoitetaan erikseen suojajohdinkiskoon PE - N lenkin kautta.



Kuva 8. Ylijännitesuojaus TNS -verkossa, kun käytetään erillisiä T1 ja T2 luokan suojia sekä pistorasioissa laitesuojat (D luokka).

5.2.1 Suositukset omakotitalon suojausiksi

Omakotitaloissa suositeltaisiinkin käytettäväksi yhdistelmäsuojia, joissa on sekä ukkos- että ylijännitesuoja samassa moduulissa. Käytännössä uusiin omakotiliittymiin riittää T2-tason ylijännitesuojaus, kun kohteen liityntä maakaapelilla ja riskiarviossa ei ole suoran salamaniskun vaaraa.

Jos kuitenkin olisi päätynyt kahteen erilliseen suojaustasoon standardin ja st-ohjeistuksen mukaan, niin siinä tapauksessa vanha mittakeskus olisi pitänyt vaihtaa kokonaan uuteen ja sijoittaa ulos AMKA:n alapuolelle jotta seuraava ehto olisi toteutunut. Yleisesti 15 m kaapelia riittää ylijännitesuojien B0 (T1) ja C (T2) erottamiseksi. Tämä

ei ole kuitenkaan tarpeellista käytettäessä yhdistelmäsuojia. Jos kaapelietäisyys ylijännitesuojien välillä ei riitä, on käytettävä erillisiä erotusinduktansseja SP936 tai SP937. (ST 97.25; ABB 2010.)

5.2.2 Asennustapaohje ukkos- ja ylijännitesuojaukselle

Rakennusten ukkossuojauksen perusohje on ylijännitepulssin saaminen lyhintä reittiä maadoituselektrodiin. Ylijännitepulssi jakautuu useisiin pienempiin osiin reitillään kohti maadoituselektrodia. Sähkökeskuksien ylijännitesuojat asennetaan DIN -kiskoon. Kun TNS -järjestelmän nollajohdin on maadoitettu, ylijännitesuojat pitää asentaa lähelle liittymiskohtaa tai lähellä liittymiskohtaa olevaan pääkeskukseen ja ryhmäkeskuksiin.

Useimmiten ylijännitesuoja asennetaan keskuksen vaihejohtimien ja keskuksen suojakiskon välille, koska reitti on lyhyempi kuin vaihejohtimien ja keskuksen päämaadoituskiskon välillä. Mikäli nollajohdinta ei ole maadoitettu, ylijännitesuojat asennetaan edellä mainitun nollajohtimen ja keskuksen suojakiskon välille. Johtimet ovat mahdollisimman lähellä toisiaan. Näin menetellään TNC -maadoitusjärjestelmässä esim. kun suojaus toteutetaan mittakeskuksen yhteyteen. Ensto ja ABB sekä UTU tarjoavat valikoimissaan suoraan mittakeskuksia joihin on asennettu T2-luokan suojaus valmiiksi. Ylijännitesuojat asennetaan yleensä sarjaan, mahdollisimman lähelle toisiaan suojausvaikutuksen maksimoimiseksi. Suojalaitteiden tulee kestää tilapäiset ylijännitteet ja laitevalmistajien ohjeet pitää ottaa huomioon ylivirtasuojan valinnasta sekä palo- ja räjähdysvaaran mahdollisuudesta, joka voi aiheutua ylijännitesuojan ylikuormituksesta.

Yleensä ylijännitesuojia ei saa asentaa palo- ja räjähdysvaarallisiin tiloihin. Ylijännitesuojat yhdistävien johtimien kokonaisuuspituus ei saisi olla 0,5 m:ä pidempi. Ylijännitesuojien maadoitusjohtimen poikkipinnan tulee olla vähintään 4 mm². Ylijännitesuojan mahdollisesta vioittumisesta pitää saada selvyys joko ylijännitesuojan tilailmaisimella tai erillisellä ylijännitesuojan suojalaitteella. Jotta sähköön syöttö ei katkeaisi ylijännitesuojan vioittumisen vuoksi, voidaan käyttää laitteisiin sisältyviä tai laitteiden kanssa sarjassa olevia suojalaitteita. Ne antavat lisäsuojaa ylivirroilta tai maahan meneviltä vikavirroilta. Valmistaja määrittelee tämäntyyppisen menettelyn tarpeellisuuden. (Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus, ST 53.16; Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus 2005; ST 97.25.)

6 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUKSET

Muutetuille ja laajennetuille sähköasennuksille pitää tehdä luvun 61 mukaiset käyttöönottotarkastukset. Korjatuille sähköasennuksille käyttöönottotarkastukset tehdään kulloinkin perusteltavissa olevan tarpeen mukaisesti (pienissä korjaustöissä soveltuvin osin). Erityistä huomiota on kiinnitettävä PEN -johtimien kytkentöihin ja nolla- ja suojamaadoitusjohdinpiirin erillään olon varmistamiseen. Tarkastuksessa on varmistettava, että myös ne asennukset, joihin ei ole tehty muutoksia, jäävät turvalliseen tilaan.

Vanhojen johtojärjestelmien (rakennettu ennen vuotta 1994) eristysresistanssimittauksissa voidaan hyväksyä mittaustulos, joka on 1 k Ω nimellisjännitteen voltia kohti. (SFS 6000-8-802.61)

Muutos- ja korjauskohteiden käyttöönottotarkastuksen ohjeistuksen mukaan voidaan kaikille muutetuille tai vastaavasti koko sähkölaiteistolle tehdä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessaan selvitetään, ettei sähkölaiteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain 5 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Jos joudutaan ottamaan keskeneräistä asennusta osittain käyttöön, on asennuksen tälle osalle tehtävä käyttöönottotarkastus ennen laitteiston käyttöönottoa. (SFS 6000-6)

Saneerauskohteessa käyttöönottotarkastuksia tehdään ryhmäkohtaisten asennusten valmistuttua ja esimerkiksi uuden ryhmäkeskuksen mittakeskukseen liittämisen yhteydessä, jolloin saadaan selville kaapelin eristeiden eheys ja liitäntöjen oikeellisuus.

Jokaisen ryhmäkohtaisen suojajohdinpiirin liitäntöjen (keskus, pistorasiat tai/ja kojeet) jälkeen ryhmäkohtaisen asennuksen suojajohtimien jatkuvuus on mitattava sekä eristysresistanssi äärijohtimien ja suojamaan väliltä mitattava ennen äärijohtimien kytkentää. SELV- ja PELV -piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus on todettava eristysvastusmittauksella.

Jännitteelliset mittaukset tehdään jokaiselle ryhmälle erikseen sitä mukaan kun ryhmiä on valmistunut, ja ne liitetään syöttöön. Näihin mittauksiin kuuluvat syötön automaattisen toiminnan tarkastaminen (oikosulkuvirta ko. ryhmällä), vikavirtasuojakytkimien toiminta sekä kiertosuunnan tarkastaminen. D1 2012

6.1 Asennusten tarkastusjärjestys

6.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Niin uuskohteessa kuin saneerauskohteessakin aistinvarainen tarkastus on sähköasennuksien laajin tarkastustoimenpide. Työn tekijä tarkkailee koko asennustyön ajan, että asennukset tehdään asennusohjeiden ja sähkösuunnitelmien mukaisesti. Tämä on huomattavasti helpompaa uudisrakennusten kanssa. Saneerauskohteessa asennusten tekijän pitää käyttää omaa luovuutta sen suhteen miten johtimet ja mahdolliset kaapelit voidaan asentaa. Myös ryhmien jakaminen on haasteellisempaa saneerauskohteissa.

Pääperiaatteena on, että tarkastuksessa on todettava vähintään seuraavat kohdat:

- Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
- Palosuojauksen käyttö ja muut palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet
- Johtimien valinta kuormitettavuuden, sallitun jännitteen aleneman ja häiriösuojauksen kannalta
- Suoja- ja valvontalaitteiden asettelu
- Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- Nolla- ja suojajohtimien tunnuksot
- Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
- Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien liittimien yms. tunnistettavuus
- Johtimien liitosten sopivuus
- Suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien, ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila

6.1.2 Suojajohdinpiirien jatkuvuuden testaus

Suojajohtimen jatkuvuuden mittauksella varmistetaan, että jännitteelle alttiiden osien (pistorasioiden maadoituskoskettimien, kiinteästi asennettujen laitteiden kosketeltavien metallipintojen sekä potentiaalintasaukseen) liitettyjen johtimien yhteys keskuksen suo-

jaliitinkiskoon (PE -kiskoon) on kunnossa. Mittaus tehdään aina jännitteettömästä laitteistosta.

Uudiskohteissa mittauksen ajaksi ryhmäkeskukselta on irrotettava syöttökaapelin nollajohdin nollakiskosta tai vastaavasti pääkeskukselta nolla- ja PE -kiskojen yhdistys. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että nolla- ja suojajohtimet eivät ole vaihtaneet paikkaa asennuksessa. Mittarin toinen mittapää kytketään keskuksen PE -kiskoon ja toinen pää mitattavaan suojakoskettimeen tai kosketeltaviin metalliosiin. Mittaukset suoritetaan ryhmittäin niin, että jokaisen ryhmän kaikki pistorasiat ja kiinteiden laitteiden kosketeltavat metallipinnat mitataan yksitellen. Mittaustulokselle ei ole mitään tiettyä maksimiarvoa, mutta tulosta pitää verrata johtimen poikkipinnan ja kaapelinpituuden perusteella arvioituun arvoon. Yleisesti suojajohtimen resistanssin tulisi olla kuitenkin alle yhden ohmin. (Jukka Ahoranta Kiinteistöjen sähköasennukset).

Saneerauskohteessa jatkuvuus todetaan heti kun ryhmän suojajohdin kytketään keskukselta ja ennen kuin nollajohdin on kytketty joko sen vikavirtasuojajohtimen nollakiskoon, josta syötetään ryhmää, tai nollakiskoon kun välissä ei ole vikavirtasuojakytkintä. Saneerauskohteessa on ryhmälle tehty ennen suojajohdinpiirin yhtenäistämistä ryhmäkeskukseen jo eristysresistanssimittaus, josta enemmän seuraavassa kappaleessa.

6.1.3 Eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. Tässä testissä jännitteiset johtimet (äärijohtimet ja nollajohdin) voidaan kytkeä yhteen. Tällä toimenpiteellä varmistetaan, että mittauksen aikana mitattavien ryhmien kojeiden vaihe- ja nollaliittimen välillä ei vaikuta mittausjännite, joka saattaa vaurioittaa kojetta. Tässä tapauksessa on muistettava purkaa pääkeskuksen PE:n N- kiskon välinen lenkki. Jos lenkki jää purkamatta, mittaustulos jää muutama ohmiin. Myös energiamittarin nollajohdin on syytä irrottaa mitattaessa koko laitteiston eristysresistanssia. (Jos nollajohdin on jäänyt irrottamatta eristysresistanssimittauksen tulos on taas vain muutama Ohmi, kokeiltu on.)

Mittaus suoritetaan jännitteettömästä laitteistosta eristysresistanssimittarilla. Mittauksessa käytettävä mittausjännite on 500VDC:tä, silloin kun laitteiston nimellisjännite on 230 VAC. Mittauksella varmistetaan, että vaiheet ja nollajohdin ovat riittävästi eristettyjä maanpotentiaalista. Eristysresistanssin mittaustuloksen täytyy olla yli yhden M-

ohmin. Mittaus voidaan tehdä koko sähköasennukselle yhdellä mittauksella. Tällöin mittaus tehdään pääkeskuksesta. Monesti saneerauskohteissa joudutaan mittaamaan pienempiä kokonaisuuksia, varsinkin kun sähkölaitteiston joitain osia halutaan käyttöön ennen koko työn valmistumista. Kuten jääkaapin sähkönsyöttö, vesipumppu ja lämmin-vesivaraaja on syytä saada mahdollisimman pienellä sähköjen poissaololla kuntoon.

Jotta mittaus kattaisi koko asennuksen, on käyttökytkimien, vikavirtasuojakytkimien ja johdonsuojakatkaisijoiden oltava 1-asennossa. Mikäli asennukseen kuuluu kontaktori-ryhmiä, joissa ei ole erikseen käsikäyttöasentoa, täytyy nämä ryhmät mitata erikseen. Pienemmissä uudisrakennusasennuskokonaisuuksissa riittää yleensä, kun eristysresistanssi mitataan kerralla koko asennuksesta. Jos mitattu arvo on sallittua pienempi, jaetaan virtapiirit pienempiin kokonaisuuksiin ja mitataan nämä erikseen. Jos ei vielä kukaan saavuteta haluttua tulosta, voidaan kaikki ryhmät mitata keskukselta erikseen. Jälkimmäinen tapa on paras tapa saneerauskohteessa, jossa ensin puretaan vanhat johtimet ja kojeet ennen uusien asentamista.

6.1.4 SELV- ja PELV -piirien ja sähköisesti erotettujen piirien eristysresistanssi

Jos asennukseen sisältyy SELV- ja PELV -piirejä, on näiden piirien ja suurempijännitteisten piirien välinen eristysresistanssi todettava mittaamalla. SELV -piiristä pitää myös mitata SELV -piirin ja maan välinen eristysresistanssi. Sähköisesti erotetuissa piireissä on mitattava muiden jännitteisten johtimien ja sähköisesti erotettujen piirien sekä sähköisesti erotettujen piirien ja maan välinen eristysresistanssi. SFS 6000-6:61.3.4.

Mittaus suoritetaan eristysresistanssimittarilla. SELV- ja PELV -piirien mittaajännite on 250VDC:tä ja sähköisesti erotettujen piirien 500VDC:tä. Mittaustulos tulee olla SELV- ja PELV -piireillä vähintään 0,5 M-ohmia ja sähköisesti erotetuilla piireillä vähintään 1,0 M-ohmia. SFS 6000-6 taulukko 6.1

6.1.5 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Riittävän nopean vikasuojauksen toimivuuden varmistamiseksi on syötön automaattinen poiskytkentä varmistettava joko mittaamalla tai laskemalla. Testauksella varmistetaan, että kosketusjännitesuojaus toimii, jolloin käyttäjä ei voi saada vaarallista sähköiskua koskettaessaan suojausluokan 1 sähkölaitteen käsin kosketeltavia metalliosia vian aika-

na. Mittaus tehdään jännitteellisestä laitteistosta. Mittaus suoritetaan järjestelmän epäedullisemmasta pisteestä eli pisimmän ryhmäjohtoon kauimmaisesta pistorasiasta tai suojausluokan 1 sähkölaitteesta. (Ahoranta, Honkiniemi)

Mittauksessa mitataan silmukkaimpedanssi eli vikapiirin (L-johtimen ja PE -johtimen) yhteinen resistanssi. Tästä tuloksesta mittari laskee oikosulkuvirran. Saatua oikosulkuvirran arvoa verrataan taulukon arvoon, paljonko kyseisessä virtapiirissä on oikosulkuvirran vähintään oltava, jotta syötön automaattinen poiskytkentä toimisi riittävän nopeasti (0,4s). Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus voidaan myös varmistaa laskemalla. Tällöin suojajohtinpiirin resistanssi ja poikkipinta-ala täytyy olla tiedossa.

6.1.6 Vikavirtasuojan toiminnan testaus

Vikavirtasuojan toiminnan testaaminen aloitetaan testaamalla vikavirtasuojaa testipainikkeesta jännitteellisestä laitteistosta. Henkilösuojaksi käytettävän vikavirtasuojan (30mA), laukaisuvirran täytyy olla 15-30mA. Laukaisuvirta mitataan nousevalla vikavirralla. Mittauksen voi suorittaa myös vikavirtasuojan toimintavirran suuruusella testivirralla. Vikavirtasuojan toiminta-aikaa ei tarvitsisi aina mitata, mutta joissain tapauksissa tämä on vaatimus, joten kannattaa toiminta-aika mitata kaikissa tapauksissa.

6.1.7 Kiertosuunta ja napaisuustesti

Monivaiheisissa piireissä on tarkistettava, että kiertosuunta säilyy D1 2012. Kiertosuunta tarkistetaan asennustesterillä tai erillisellä kiertosuuntamittarilla. Napaisuustestillä varmistetaan, että kaikki yksinapaiset kytkimet on kytketty niin, että kytkimellä katkotaan vaihejohtinta, yleisenä sääntönä pistorasia-asennuksissa on että vaihejohtin sijaitsee oikealla puolella ja, jos pistorasia on asennettu poikittain, niin vaihejohtimen paikka siirtyy aina myötäpäivään eli alas.

7 TYÖTURVALLISUUS SÄHKÖTYÖSSÄ

7.1 Sähkötyöturvallisuus

Sähkötyöturvallisuus perustuu standardiin SFS 6002. Sähkötyöturvallisuudesta on annettu kauppa- ja teollisuusministeriössä päätös sähköalan töistä (516/1996), jossa määritellään sähkötyöturvallisuuden kannalta oleelliset turvallisuusvaatimukset. Kun sähkötyöissä noudatetaan standardia SFS 6002, niin nämä vaatimukset täyttyvät.

Sähkötyöturvallisuudella on suuri merkitys sähköalan ammattilaisilla ja myös sähköalaa opiskelevien kanssa työskennellessä.

Sähköalan ammattilainen ja opiskelija/tutkinnon suorittaja:

- suorittaa hyväksytysti sähköalan ammattihenkilöille tarkoitetun sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 vaatimusten mukaisen ensiapukoulutuksen
- suorittaa hyväksytysti SFS 6002 sähkötyöturvallisuusstandardin määrittämän yleisen sähkötyöturvallisuutta koskevan koulutuksen
- opiskelija tuntee sähköturvallisuuteen liittyvien säädösten (sähköturvallisuuslaki, sähköturvallisuusasetus, ministeriön päätökset ja asetukset), sähköturvallisuusviranomaisen (Tukes) ohjeet sekä sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimukset.

Seuraavassa listassa on kerätty kauppa- ja teollisuusministeriön keskeisimmistä päätöksistä huomioitavia seikkoja ja sähkölaissa olevia seikkoja, jotka pitää ottaa huomioon toimintaohjeessa työ-, sähkötyö-, sähköturvallisuusvaatimusten täyttämiseksi:

- Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteisto ja sähkölaitteet rakennetaan, käytetään, huolletaan ja korjataan niin, että niistä ei aiheudu hengen, terveyden tai omaisuuden vaaraa (STL 410/96 § 5).
- Jos sähkölaitteistoja rakennetaan, korjataan ja huolletaan tai sähkölaitteita korjataan ja huolletaan, on silloin toiminnasta tehtävä ilmoitus Turvatekniikan keskukselle (Tukes) ja toiminnalle on nimettävä sähkötöiden johtaja, jolla on asianmukainen pätevyystodistus (STL 410/96 § 8, KTMp 516/96).
- Myös sähkölaitteet pitää valmistaa ja rakentaa sähköturvallisuussäännösten mukaisesti niin, ettei niistä aiheudu edellä mainittua vaaraa (STL 410/96 § 5), vaikka niiden valmistus ei edellyttäisi sähkötöiden johtajaa eikä ilmoitusta Tukesille. Sen, joka Suomessa pitää kaupan tai luovuttaa toiselle sähkölaitteita, on voitava

osoittaa, että laitteiden valmistus täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset (STL 410/96 § 13).

- Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteistolle on lain säätämässä tapauksissa nimetty käytön- ja sähkötöiden johtaja (STL 410/96 § 8).
- Sähkölaitteiston haltijan on annettava käytön- ja sähkötöiden johtajalle riittävät resurssit tehtävän hoitamiseen (KTMp 516/96 § 4).
- Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että sähkölaitteistolle tehdään säännönmu-
kaisesti määräaikaistarkastus ja asianmukainen huolto- ja kunnossapito-ohjelma
(STL 410/96 § 20 ja 21). Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että hoito- ja korjaus-
toimenpiteet tehdään asianmukaisesti sekä sähkölaitteistossa havaitut viat ja
puutteet korjataan riittävän nopeasti (STL 410/96 § 29).
- Sähkötöiden ja käyttötöiden tekemisen yhtenä ehtona on, että käytössä on töiden
tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta kos-
kevat säännökset ja määräykset (STL 410/96 § 8). Sähkölaboratoriotilojen ja
korjaamotilojen osalta noudatetaan standardin SFS 6000-8-803 vaatimuksia.
Sähkölaitteiden korjaamot ja sähkölaboratoriot on järjestettävä niin, että sinne pääse-
vät vain ammattitaitoiset ja opastetut henkilöt. Sähköalalla maallikot saavat
päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvon-
nassa. (SFS 6002, SFS 6000-8-803).
- Sähkötöiden ja käyttötöiden tekemisen yhtenä ehtona on, että itsenäisesti töitä
suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai
muuten riittävä ammattitaito (STL 410/96 § 8, KTM 516/96, SFS 6002). Sellai-
seenkin sähkölaitteeseen tai -laitteistoon kohdistuvaan työhön, johon ei edellyte-
tä sähköalan ammattitaitovaatimuksia, on tekijän oltava riittävästi opastettu ja
asiaan perehtynyt (KTMp 516/96 § 9). Koulutuksen järjestäjän velvollisuus on
huolehtia siitä, että koulutusta antavat riittävän pätevyyden omaavat henkilöt.
Kun järjestetään sähkötöihin perehdyttävää koulutusta, on huomattava, että edel-
lisen kohdan viimeisessä kappaleessa mainittu KTMp 516/96 § 9 ei siis koske
vain sähkö- ja automaatiotekniikan opetusta.

Yrityksen sähköturvallisuudesta vastaa sähkötöiden johtaja. Toiminnanharjoittajan on nimettävä sähkötöitä varten sähkötöiden johtaja. Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia ja sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä. Sähkötöiden johtaja huolehtii myös henkilöstön ammattitaidosta ja opas-

tuksesta sekä käyttöönottotarkastusten, joilla varmistetaan sähköasennusten turvallisuus, organisoinnista.

Sähköturvallisuuslakiin on kirjattu sähköturvallisuuden perusvaatimukset. Sähköturvallisuuslain mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Lisäksi niistä ei saa aiheutua sähköisesti tai sähkömagneettisesti kohtuutonta häiriötä sekä niiden toiminta ei saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Tämän tavoitteen saavuttamisessa, tulee sähkölaitteistojen ja –laitteiden suunnittelijoiden, rakentajien, huoltajien ja käyttäjien olla hyvin ammattitaitoisia ja sähköalan määräysten ja säännösten tuntevia. Sähköturvallisuuslakia toteutettaessa varmistetaan sähköasennusten turvallisuus ja se, että laitteet eivät aiheuta sähköiskun vaaraa, eikä palovaaraa. Sähköasennuksille ja sähkölaitteille on vahvistettu sitovat viranhoitomääräykset, joissa on esitetty keskeisiä turvallisuusvaatimuksia.

7.2 Työturvallisuus

Työturvallisuus on kaiken tekemisen perusta työskennellessä saneeraus- tai uudisrakennuksessa riippumatta siitä työskenteleekö yksin tai jonkun toisen kanssa. Teollisuudessa ja rakennustyömailla vaaditaankin nykyisin pakollisena työturvallisuuskorttia ja useimmiten vielä työmaaperehdytystä, jonka antaa tilaaja. Työmaakäytäntöjen mukaan jokaisella työntekijällä pitää olla käytettävissä tarvittavat työkalut, asianmukaiset henkilökohtaiset suoja- ja turvavälineet sekä muut varusteet. Suojavaatteilla ja työturvallisuuden edellyttämillä varusteilla tarkoitetaan työturvallisuuslain 15 §:n henkilösuojaimia. Töissä, joita ei yletytä tekemään lattiatasolla seisten, on käytettävä työpukkeja, työtelineitä tai muita sellaisia työturvallisuuslain mukaisia alustoja niin, että työ voidaan suorittaa työturvallisuuslain mukaisesti. Tikkailta työskentely on pääsääntöisesti kielletty. Tosin monesti sallitaan nojatikkailta sellaiset vähäiset työt, joissa tarvitaan vain toista kättä työn tekemiseen.

Monesti saneerauskohteissa joutuu tekemään myös tulitöitä muiden rakennustöiden ohessa. Tulitöiden tekeminen taas vaatii STEK:in hyväksymän tulityökorttikoulutuksen suorittamista, minkä voi osoittaa voimassa olevalla haltijan tulityökortilla. Tulitöihin lukeutuvat kaikki työmenetelmät, joista muodostuu kipinöitä, esim. sähkökaapin suoja-

kehikon katkaiseminen kulmahiomakoneella. Tällaiset työt on hyvä tehdä pihamaalla riittävän etäällä rakennuksesta (akkukoneet ovat erittäin käteviä tähän). Vielä parempi olisi käyttää akkupuukkosahaa, jolloin ei synny kipinöitä katkaisun yhteydessä.

Työskentelyä yksin sähkölaitteiden parissa olisi hyvä välttää tai ainakin ilmoittaa toiselle henkilölle mitä aikoo tehdä ja milloin, jotta tapaturman sattuessa on apua lähellä. Aina edellä mainittua ei voi toteuttaa ja silloin on pääsääntöisesti parempi tehdä jännitteettömällä laitteistolla töitä (tässä tarkoitetaan, että ei kytketä tehtyyn ryhmään sähköjä ennen kuin on toinenkin henkilö paikalla varmistamassa työturvallisuutta).

8 LASKELMIA JA PÄÄTELMÄ

Kappaleessa 2.3 oli annettu likimääräiset laskukaavat oikosulkuvirran laskentaan ja sitä kautta automaattisen poiskytkennän toimivuuden tarkastamiseen asennuksissa, kun on tiedossa johtimien tyyppi ja pituudet. Myös tehotarve voidaan arvioida uudelleen vanhassa asennuksessa ja tässä liittymässä alunperin olleet 32 A gG pääsulakkeet oli jo 1990-luvun alussa korvattu 25 A gG pääsulakkeilla (jakeluyhtiö tai entinen omistaja), jonka mukaan sähköyhtiö laskuttaa.

8.1 Tehon tarpeen arviointi

Uusille asuinrakennuksille ja ST -kortti 13.31 omakotitalon tehomitoitukseen seuraava kaava:

Huipputeho omakotitalolle, jossa on suorasähkölämmitys ja kiuas sekä käyttöveden lämmitys joko jatkuva tai yöllä

$$P_{max} = 7,5 \text{ kW} + 64 \times A_{l\ddot{a}m} / 1000$$

$A_{l\ddot{a}m}$ on lämmitettävät asuinneeliöt = 125 m², saadaan $P_{max} = 15,5 \text{ kW}$ ja josta edelleen voidaan laskea nimellinen virta:

$$I_B = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos \varphi} = 23,5 \text{ A}$$

HUOM $\cos \phi$ on 0,95 koska kyseessä asuinhuoneisto ja $I_B < I_N$ joka määrää liittymän sulakkeen kooksi 25 A gG.

Alunperin olleet 32 A gG sulakkeet ovat olleet liian isoja (tarpeettomasti ylimitoitettuja), ST 13.31 kortissa löytyvän laskukaavan mukaan.

8.1.1 Nousujohdon koko mittakeskus - ryhmäkeskus

Laskuissa käytetyt kaavat on kerätty SFS 600-1 ja D1-2012 kirjoista. Nousukaapeli lähtee siirretystä mittakeskuksesta seinällä ja menee lattialla väliseinän läpi (putkessa seinän läpäisyssä, johtuen 100 mm:n eristeestä seinän sisällä.) Seinässä oli vielä noin 100 mm tyhjää ennen kuin tuli läpäisy ryhmäkeskuksen tilaan.

MK-RK kaapeli	Mitoitusarvot	Kaavat ja taulukot
Mitoitusvirta	$P_h = 15,5 \text{ kW}$ $\Rightarrow I_B = 23,5 \text{ A}$	$I_B = \frac{P_h}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$
Suojalaitteen nimellisvirta (sulake)	$I_N = 25 \text{ A}$ (3x25 A, gG)	$I_B \leq I_N$ (SFS 6000 -433.1, s 130)
Johdon kuormitettavuus	$1,6 * I_N \leq 1,45 * I_Z$ $I_N \geq \frac{1,6}{1,45} * I_Z \rightarrow I_Z$ $= 27,6 \text{ A}$	$I_2 \leq 1,45 * I_Z \text{ (6000-433.1)}$ $I_2 = 1,6 * I_N \text{ (D1, 53.3)}$
Asennustapa	Puuseinällä C	Taulukko B52.17
Korjauskerroin seinällä	$K_{11} = 0,85$	B52.17
Läpivienti	$K_{12} = 0,81$	52.X
Johdon kuormitettavuus	$I_{z2} = \frac{I_Z}{K_{11} * K_{12}} = 40 \text{ A}$	$I_t < I_{zkorj}$
Johdin poikkipinta-ala seinällä	6 Cu	B52.2 C sarake(6)

Taulukko 4. Laskettu nousukaapelin poikkipinta-ala huomioimalla eristeen läpäisy ja toinen kaapeli, jossa kuormaa. Kaapeliksi valikoitui MCMK 4x6+6, koska samaista kaapelia oli käytetty autotalliin menevässä kaapeliojassa maakaapelina.

8.2 Oikosulkusuojaus. Mittakeskus, käytännössä myös ryhmäkeskus

VDE likiarvo menetelmällä $Z_V = \frac{c * U}{\sqrt{3} * I_K}$, missä

- I_K = pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (L - PE) [A]
- Z_V = vikavirtapiirin kokonaisimpedanssi [Ω]
- U = pääjännite [V] (400V)
- c = kerroin joka ottaa huomioon jännitteen alenemisen keskuksissa

1. RK/MK oikosulkuvirta määrittäminen käytetyn sulakkeen mukaan: gG sulake 25 A (D1 taulukko 41.5) 5 s toiminta- ajan mukaan $I_{kPK} \geq 110 \text{ A}$
2. c kerroin, jännite aleneva $c \approx 0,95$ saadaan $Z_{VMK} = 2 \Omega$
3. Mitattaessa arvot olivat 256/657/622A, muuntajan L1 vaiheen lähdössä ilmeisesti jotain häikkää.

8.2.1 Automaattinen poiskytkentä oikosulkuvirtaa rajoittava impedanssi

Lasketaan nousu johdon pituuden mukaan 3 metriä mcmk 4x6/6 Cu. Impedanssi

$$Z_{mcmk} = Z_V + 2 \times l_D \times z_D \rightarrow 2 \Omega + 2 \times 0,003\text{km} \times 3,66 \frac{\Omega}{\text{km}} = 2,022\Omega$$

- z_D arvo taulukosta D1 41.6 kaapeleiden likimääräisiä impedansseja
- yllä olevasta lasketaan oikosulkuvirta $I_{KRKD} = \frac{0,95 \times 400}{\sqrt{3} \times 2,02} \cong 109$,
- Laskennallisesti saatu oikosulkuvirta ei täytä alle 5 sekunnin toiminta aikaa,

Koska kyseessä on käytännössä sama pääsulake niin ryhmäkeskukselle kuin mittakeskukselle ja mitattaessa on saatu huomattavasti suuremmat arvot niin hyväksyttäneen mittaamalla saadut arvot tässä tapauksessa. Katso liite 7, tarkempia oikosulkumittaus-tuloksia tasokuvaan merkittynä.

Jos ei olisi mittauksia tai jakeluyhtiön tarjoamaa minimioikosulkuvirtaa tiedossa, niin yksi tapa korjata tämä ongelma olisi laittaa ryhmäkeskuksen nousu 20 A G sulakkeiden taakse. Vielä parempana vaihtoehtona olisi asentaa mittakeskukseen vikavirtasuojakytkin ryhmäkeskuksen nousulle, jolloin täyttyvät varmasti kaikki vaatimukset. Joissain saneerauskohteissa, jotka ovat kaukana muuntajasta, joudutaan turvautumaan tähän ko-ko kiinteistö vikavirtasuojakytkimen taakse -ratkaisuun.

Mittakeskus on tällä hetkellä toteutettu vastaamaan Enston EVEP 125.03-2T mittauskeskusta ilman vikavirtasuojakytkintä ja ryhmäkeskuksen lähtö otettu suoraan mittarin jälkeisistä riviliittimistä (liittimistä). Mittakeskuksesta ei lähde minnekään muualle syöttöjä, vaikka siihen on jätetty mahdollisuus gG sulakkeilla, juurikin tämän laskennan takia.

Tämän liittymän vanhassa muuntajassa on ollut viimeisten vuosien aikana paljon ongelmia. Jopa opinnäytetyötä tehdessä tämä ja pari muuta muuntajaa pimenivät alueelta ja verkkoyhtiön päivystäjät kävivät korjaamassa muuntajalla (vanha iso tiilirakennus). Joten se, että mitattaessa L1 -vaiheen oikosulkuvirta on vain kolmas osa muista vaiheista, viittaa muuntajan uusimiseen tulevaisuudessa.

8.3 Ryhmäkohtaiset oikosulkuvirran arvot

Laskennallisesti ryhmäkohtaiset oikosulkuvirrat saataisiin samalla tavalla kuin kappa-leessa 8.2 esimerkinomaisesti laskettu ryhmä/mittakeskuksen oikosulkuvirran arvo. Lisätään ryhmäkeskuksen laskennallisesti saatuun impedanssiin johtimien pituuden vaikutus ja sen jälkeen lasketaan mitä on oikosulkuvirta johtojen päässä ja verrataan saatua arvoa suojavaarokkeen toiminta-arvoihin 0,4 sekunnin toiminta-ajalla.

Johtuen juuri siitä, että mitta/ryhmäkeskuksen oikosulkuvirraksi on saatu taulukosta 110A, niin kaikki muut tämän keskuksen lähdöt saavat tätä pienemmän arvon ja sitä kautta eivät tule täyttämään vaadittuja arvoja. Koska käytännössä asunnon pistorasiat, valot ja nousut muihin rakennuksiin on suojattu vikavirtasuojilla, jotka hoitavat syötön nopean poiskytkennän, toteutuvat näiden ryhmien osalta suojaus ehdot.

Ainoat ongelmat lienevätkin vain laskennallisesti jääkaappi ja liesi, koska keskuksen lisättiin näitä varten lisää C-luokan johdonsuojakatkaisijoita. Muut johdonsuojakatkaisijat ovat B-luokan B10 ja B16, joilla laskennalliset arvot ovat 50 A ja 80 A vikavirralla. Johtojen pinta-alana on käytetty 2,5, joten asia on kunnossa muiden ryhmien osalta.

Tarkistus: 8 metriä mmj 5G2,5 S kiuas (B16, kauimmais in ryhmä)

- Impedanssi $Z_{kiuas} = Z_{VRK} + 2 \times l_D \times z_D \rightarrow 2,022 \Omega + 2 \times 0,008 \text{ km} \times 8,77 \frac{\Omega}{\text{km}} = 2,162 \Omega$
- z_D arvo taulukosta D1 41.6 kaapeleiden likimääräisiä impedansseja
- yllä olevasta lasketaan oikosulkuvirta $I_{KRKD} = \frac{0,95 \times 400}{\sqrt{3} \times 2,16} \cong 102$, mikä on enemmän kuin 80 A jolloin suojaus ehdot täyttyvät

Koska kaikilta ryhmiltä, pistorasiaryhmiltä, on tehty mittaukset ja mittaustulokset ovat olleet suuremmat kuin vaaditut mitatut arvot (tai vikavirtasuojakytkin on hoitanut nopean poiskytkennän), ryhmäkohtaiset lähdöt ovat kunnossa, vaikka on käytetty C16 - johdonsuojakatkaisijoita jääkaapille ja liedelle ilman, että ovat vikavirtasuojakytkimen takana.

8.4 Jännitteenalenema sähköasennuksissa

Standardi SFS 6000 sisältää suosituksia jännitteen alenemasta liittymän sähköverkossa. Ellei erikseen ole sovittu, suositukset eivät ole velvoittavia. Normaalista pienjänniteverkosta syötetylle laitteelle jännitealenema ei saisi olla yli viisi prosenttia. Valaistuskuormalle vastaava suositus on kolme prosenttia.

Jännitteen aleneman laskemiseen voidaan käyttää SFS 6000 esitettyjen kaavojen lisäksi seuraavaa kaavaa kolmivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \times l \times \sqrt{3} \times (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (5)$$

kaavassa plusmerkkiä käytetään induktiivisella kuormalla ja miinusmerkkiä kapasitiivisella kuormalla ja tästä voidaan johtaa:

$$\Delta U = \sqrt{3}(I_B \times r \times l \cos \varphi + I_B \times x \times l \sin \varphi) \quad (6)$$

jossa on eroteltu johtimen resistanssi ja johtimen reaktanssi omaksi osaksi, jotka laskeaan yhteen

$$\varphi = \cos^{-1} 0,95 = 18,2^\circ$$

$$\Delta u = \left(\frac{\Delta U}{U_n} \right) \times 100\%$$

Yksi tapa laskea on ottaa Resistanssin ja Reaktanssin arvot D1 2012 taulukko 41.6 sesta Saneerauskohteen ryhmäkeskuksen jännitealenemaksi saadaan:

$$\Delta U = \sqrt{3}(23,5 \times 3,66 \times 0,03 \cos 18,2 + 23,5 \times 3,66 \times 0,03 \sin 18,2) = 5,6V$$

ja suhteellinen jännite alenema jää 2,4 prosenttiin.

9 POHDINTA

Omakotitalon sähköistyksen saneeraus on huomattavasti haasteellisempaa ja vaikeampaa kuin uudiskohteen sähkötyöt. Vanhassa kohteessa aikaa kuluu vanhan järjestelmän purkamiseen ja johdin/kaapelireittien muutoksiin, jotta ryhmytykset tulisivat järkevämmiksi. Valitsemassani kohteessa aikataulun johdosta ja muiden mahdollisuuksien puuttuessa jouduttiin olohuoneen pistorasiat jakamaan kahden eri ryhmän taakse. Näin tehtiin myös siksi, että valmis putkitus, joka oli niiltä osin vielä käyttökelpoinen, kulki sopivasti reitin varrelta ja näin ollen välttyttiin suurelta osalta pistorasioiden pinta-asennuksilta.

Saneerauskohteessa pitää aina ottaa huomioon missä laajuudessa työ tullaan toteuttamaan ja mitä muutoksia standardi 6000 määrää silloin tehtäväksi. Maadoituselektrodi ja potentiaalitasauskiskoston asentaminen tuli ajankohtaiseksi, kun keskukseen tuli suositusten perusteella ylijännitesuojalaitteisto. Tosin maadoituselektrodit ja pääpotentiaalitasauskiskostot on syytä olla jo muutenkin, vaikkei ylijännitesuoja tulisikaan kiinteistöön. Standardi antaa mahdollisuuksia jättää osan pistorasioista hyvinkin lähelle suihkua vanhojen asennusten mukaan, mutta itse katsoin järkevämmäksi siirtää pistorasian konaan pois suihkutilasta.

Saneerauskohteen sähköitöitä tekevän pitää olla ammatillisesti moniosaaja ja hallita niin rakentamista, metallitöitä, sähköitöitä kuin joissakin tapauksissa vielä automaatiotakin. Lisäksi edellä mainittujen alojen määräyksiä.

Työ- ja suunnittelu-aikaa saneerauskohteeseen kului yllättävän paljon johtuen mitä moninaisimmista lisätöistä sähköitöiden lisäksi. Yhteensä tavaran hankintaan ja alustavaan suunnitteluun kului kuukauden verran (touko-kesäkuu). Itse asennukset alkoivat kesäkuun lopussa ja kestivät heinäkuun loppuun. Työaikoja ei tullut noudatettua, koska muuten projekti olisi jäänyt kesken. Keskimääräinen työaika päivässä olikin yli 12 tuntia ja tuli tehtyä kuuden päivän työviikkoa. Apuna sähköitöissä jouduin kuuden päivän aikana käyttämään toista sähköasentajaa itseni lisäksi, että saatiin kaikki avoimet työt tehtyä. Työtunteja kertyi 240 asennukselle ja purulle, suunnittelulle ja dokumenttien puhtaaksi kirjoittamiselle sekä 160 tuntia mittauksille, sisältäen tavaroiden hankinnan. Insinööritöiden kirjoittamiseen puolestaan kului yli 120 tuntia.

Materiaalit kyseiseen työhön tulivat maksamaan aika tarkkaan 4200 euroa, sisältäen liikevaihtoveron. Materiaali tuli hankittua sekä SLO:lta (kiitos Suomen Ekolämmölle) että Onniselta, sekä pientavaraa K-raudasta (kiuas 200 euroa yms.) jne. Koska suurin osa käytettävästä materiaalista saatiin hankittua tukusta, hinta jäi tuohon 4000 euroon. Jos tämän kokoisen talon kaikki patterit ja lämminvesivaraajakin olisi pitänyt uusia, niin kokonaismateriaalikustannukset olisivat nousseet jo liki 6000 euroon. Kun urakoitsija joutuu ostamaan tuolla hinnalla tarvikkeita, niin asennettuaan tavarat hän yleensä lisää siihen oman pienen katteen, jolloin tässä tapauksessa käytetyt sähkötarvikkeet olisivat maksaneet jo 6000 euroa ja siihen vielä työtuntihinta 40 euroa alv 0%, saadaankin jo kokonaishinnaltaan 17 000 euron hintainen remontti (oletuksella 240 työtuntia). Tuon hintaista työtä ei varmasti kukaan yksityinen rupea pelkästään teettämään ilman taloon kohdistuvaa muutakin isompaa remonttia.

LÄHTEET

ABB. 2010. Ukkossuojat ja valintaopas. Sähköinen esite. Helsinki

Ahoranta, Jukka. Kiinteistöjen sähköasennukset. Sanoma Pro 2014.

Ahoranta, Jukka, Sähköasennustekniikka. Sanoma Pro 2012

Ahoranta, Jukka. Sähkötekniikka. Sanoma Pro 2012

Ahoranta, Jukka. Sisäjohtoasennukset. Sanoma Pro 2012.

D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, sähköinfo 2012

Finn Electric, Ylijännitesuojien valinta pdf opas.

Honkiniemi, Martti. Sähköasennustekniikan ja sähkötyöturvallisuus kurssien materiaali TAMK 2014 - 2015.

Kallioharju, Kari MAADOITUS, POTENTIAALINTASAU JA SUOJAJOHTIMET, SFS 6000-5-54, TAMK syksy 2012

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 5.7.1996/516

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 30.12.1993/1694

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193

Kurkoja Pauli, opinnäyte työ TAMK, omakotitalon ukkosuojaus

Pesonen, Antti J, TkT, julkaisu jokamiehen ukkossuojaus

STUL ry: Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus. 2005. Espoo.

ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen

ST 51.21.05. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

ST 51.21.06. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja ryhmäjohtotason sähköasennuksille

ST 51.40. Asuntojen sähköasennusten tyypillisimmät muutos- korjaus ja laajennustyöt 2013.

ST 51.41. Asuntojen sähköasennusten tyypillisimpien korjaus-, muutos- ja laajennustöiden käyttöönottotarkastus ja dokumentointi 2013.

ST 53.16. Ohjeet rakennusten sähkölaitteiden ukkos- ja ylijännitesuojauksesta. Sähkö-tieto ry.

ST 53.21. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset 2012

ST 53.24. Ohjeet kiinteistöjen johtojen mitoituksesta ja suojauksesta (UN < = 1000 V). Sähkötieto ry.

ST 97.25. Sähkö- ja tietojärjestelmien kuntotutkimus, ukkos- ja ylijännitesuojaus. Sähkötieto ry.

Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. SFS-käsikirja 600-1. Pienjännitesähköasennukset. SFS, Helsinki 2012-09.

Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. SFS-käsikirja 600-2. Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. SFS, Helsinki 2012-09.

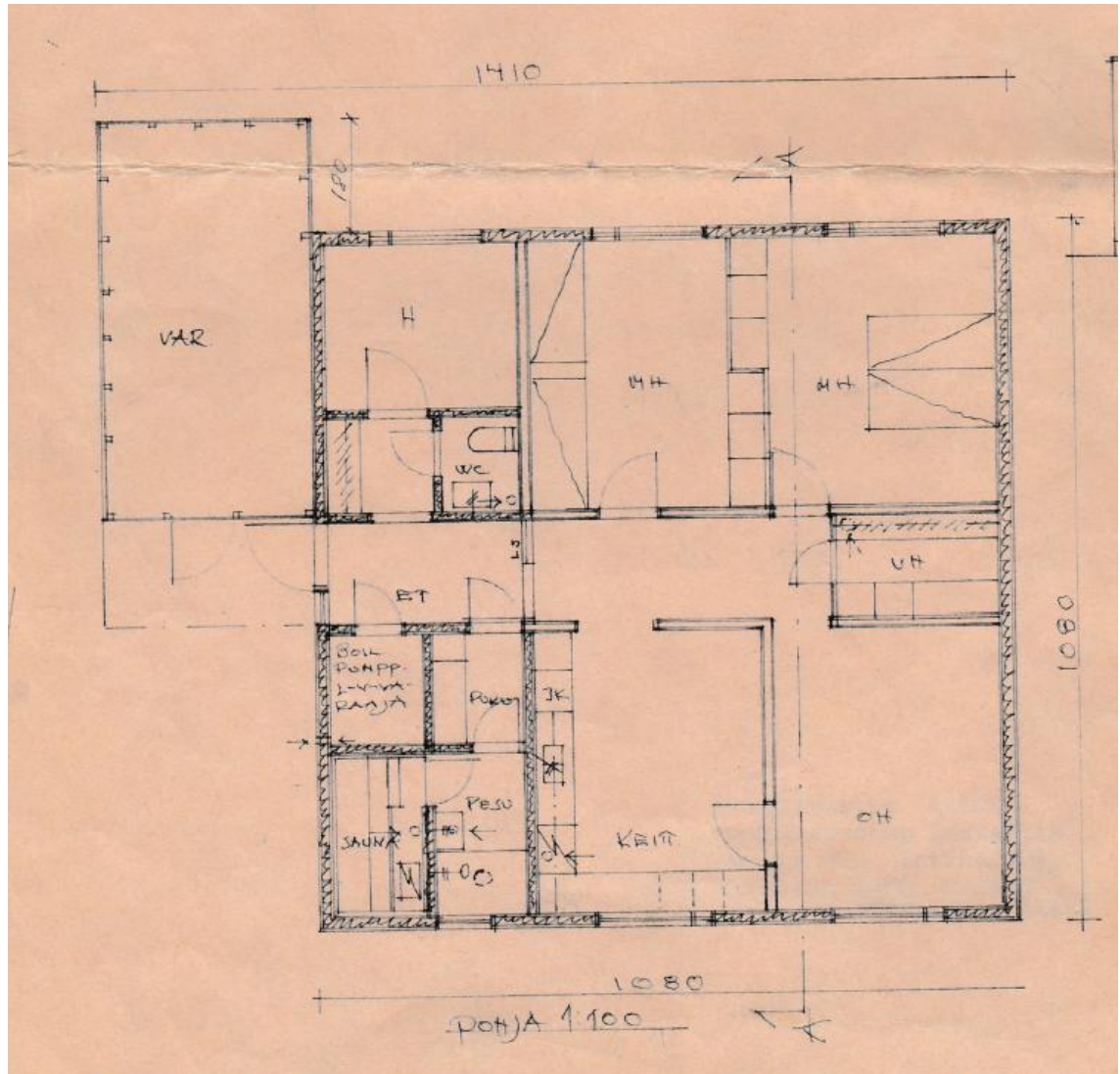
Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Sähköturvallisuusasetus 28.6.1996/498

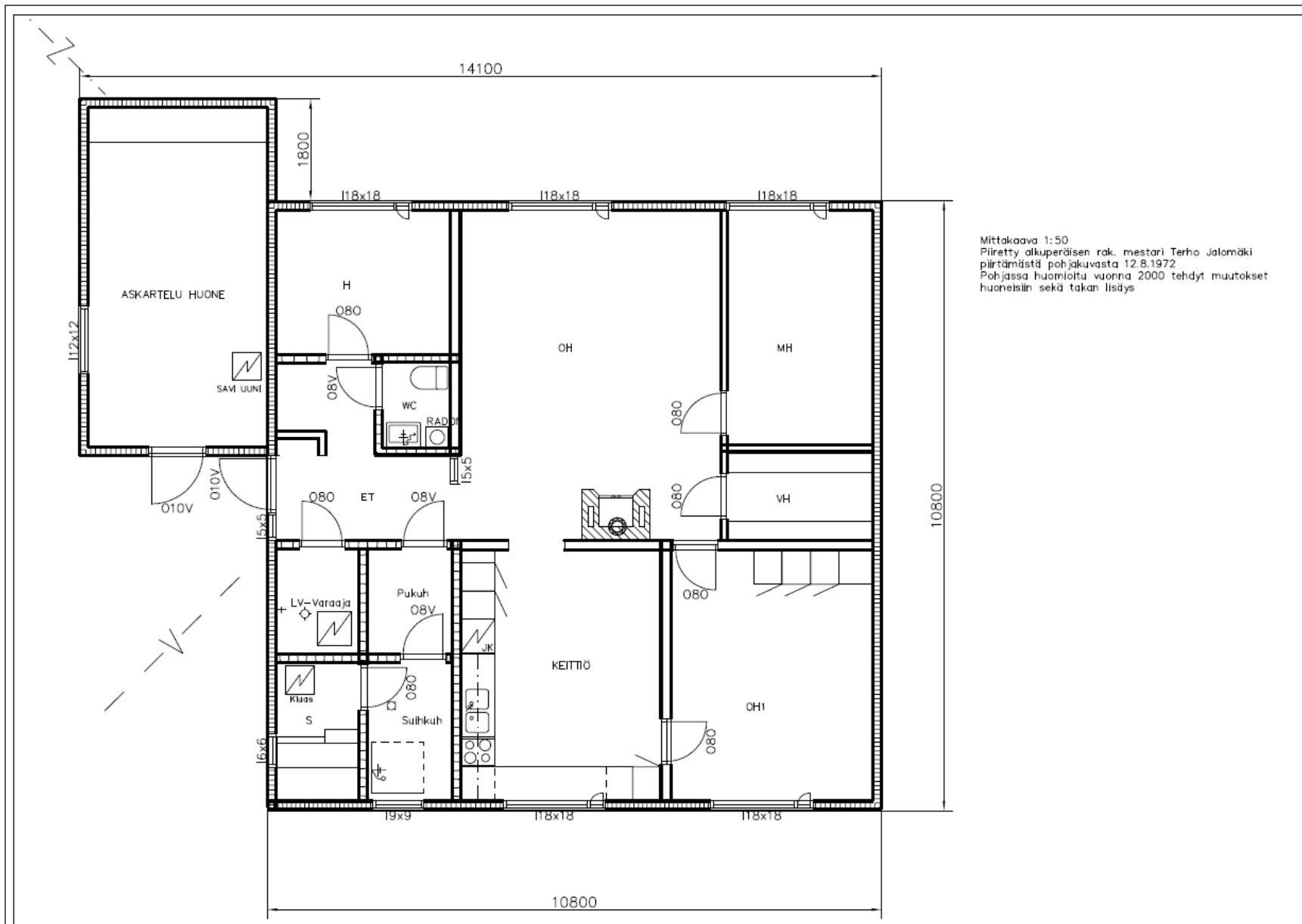
Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 27.12.2007/1466

LIITTEET

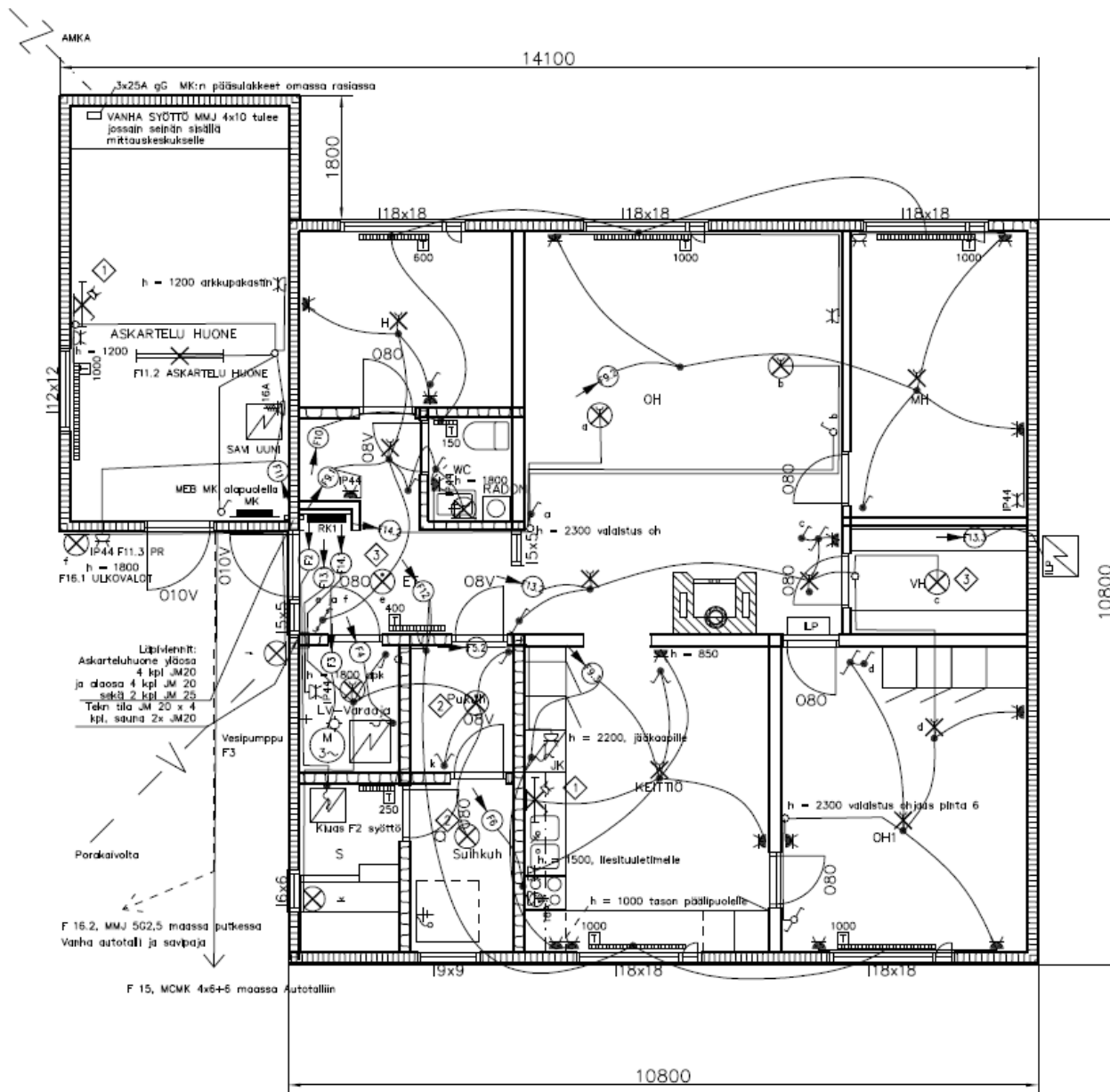
Liite 1. Alkuperäinen pohjakuva



Liite 2. Tehty uusi päivitetty pohjakuva tasokuvaa varten



Liite 3. Tasokuva kohteesta



VALAISIN LUETTELO

- 1 ALPPILUX AL 13218 T8 18W
2 ALPPILUX LED250 LED 6W
3 LIVAL PARTOUT 2x9W

Mittakaava 1:50

Piirretty alkuperäisen rak. mestari Terho Jalomäki
piirtämästä pohjakuvasta 12.8.1972
Pohjassa huomioltu vuonna 2000 tehdyt muutokset
huoneisiin sekä takan lisäys

[illegible]

Liite 5 Käyttöönottopöytäkirja



ST 51.21.06

1 (3)

KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE

Pöytäkirjan nro	Käyttöönottotarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	Mikä?
1	Muu	<input type="checkbox"/>	

PERUSTIEDOT

Sähkölaitteiston rakentaja	Yritys	Luomapää	
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Sähkölaitteiston rakentajan yhteysthenkilö	Nimi	Puhelinnumero	
	Jari-Matti Luomapää	041-5467590	
Sähkölaitteiston johtaja	Sähköpostiosoite		
	jari.luomapaa@saunalahti.fi		
Sähkötyön johtaja	Nimi	Puhelinnumero	
	-	-	
Kohteen tiedot	Sähköpostiosoite		
	-	-	
Kohteen tiedot	Työnumero	Nimi	
	1	Luomapää	
Kohteen yksilöinti	Asuinrakennuksen sähkölaitteiston saneeraus vastaamaan SFS 600-1/2012 sääntöjä, uuden SLY 1.3 Ryhmäkeskuksen asennus ja asuinrakennuksen järjestelmä muuttamien TN-S mukaiseksi		
	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
Tilaava yritys	Tillivuorentie 99	26510	Rauma
	Nimi	Marjut Luomapää	
Tilaajan yhteysthenkilö	Katuosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
	Tillivuorentie 99	26510	Rauma
Tilaajan yhteysthenkilö	Nimi	Puhelinnumero	
	Jari-Matti Luomapää	041 5467590	
Tilaajan yhteysthenkilö	Sähköpostiosoite		
	jari.luomapaa@saunalahti.fi		

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

Asennukset on aistinvaraisesti suoritettu tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi	<input checked="" type="checkbox"/>
Lisätietoja	

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista	<input checked="" type="checkbox"/>	Suurin resistanssi 0,26 Ω, ryhmässä F16.2
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi	<input checked="" type="checkbox"/>	
Lisätietoja	Vanhan vieraisen asuintalon kaukimainen ulkopistorasia	

3. ERISTYSRESISTANSSI

Kohde	Ryhmä nro	R _p /MΩ	Huom.	Kohde	Ryhmä nro	R _p /MΩ	Huom.
MK	1	1,6	vain MK ja RK	RK1	4	34,6	Lämmitysvälik.
RK1	1,2,3,5 ja 6	199	L1,L2,L3,N -PE	RK1	10 - 16	199	vs lähdöt
RK1	1,2,3,5 ja 6	199	L1,L2,L3,N -PE	RK1	10 - 16	199	vs lähdöt
RK1	1,2,3,5 ja 6	199	L1,L2,L3,N -PE	RK1	10 - 16	199	vs lähdöt

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi	<input checked="" type="checkbox"/>	PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mitausten jälkeen entiselleen	<input checked="" type="checkbox"/>
Erkoisjohtimenpitteet mitausten suorittamisessa: Energiamittarin nolli johtimien irroitus, pääsulakkeiden poisto mitaus tulos jää 30 MOhm kun irroittaa myös RK1:lle menevän N johtimen PE-N yhdistyksen lisäksi			
Lisätietoja	Pääsulakkeet 25 A gG, Mittakeskus vanha johon on jo aikaisemmin päivitetty PE-N kiskosto, nyt MK muut lähdöt jäi tyhjiksi		

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

		I_k /A	Z_k /Ω	Suojalaite	In/A (suojalaitteet)
Keskus	RK1	258	0,89	gG	25
Epäedullisin piste (0,4 s)	F15.1	136A	1,7	VVSK	16
Epäedullisin piste (5,0 s)	L1	258	0,89	Pääsulakkeet gG	25

Oikosulkuvirta- ja silmukkalimpedanssiarvot saatu mitaamalla ☒ Oikosulkuvirta- ja silmukkalimpedanssiarvot saatu laskemalla ☐
 Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset ☒ Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla ☐
 Lisätietoja: Pääsi F9.1 (153A ja 1,5Ω) ja F15.1, mutta lisäsuojana VVSK jolloin standardin mukainen

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo / mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo / mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	
VS,LS	9, 10	34	21	ok	VS, LS	15, 16	48	15	ok
VS, LS	11, 12	32	20	ok					
VS,LS	13, 14	26	21	ok					

Toiminnot toteutettu standardien vaatimusten mukaisesti ☒ Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus
 Liitteet: Erillinen tasokuva, jossa on pistorasoiden suojajohtimien jatkuvuus, oikosulkuvirta ja oikosulkulimpedanssi arvot merkittuna.

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS

3-vaihepistorasiat ☒ Ei sisälly asennukseen ☐

6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT

Koneet ja laitteet ☒ Toiminnalliset kokonaisuudet ☒ Ei sisälly asennukseen ☐

7. EMC-SUOJAUS

Kohteessa on käytetty TN-S-järjestelmää ☒
 Maadoitukset ja potentiaalintasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti ☒
 Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti ☒
 Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset ☒
 Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita ☒
 Muuta, mitä? Lämminvesivaraaja, kiuas, liesi, savituuli ja vesipumppu entuudestaan olemassa olevia joiden kytkennät tarkastettu
 Lisätietoja: Kolme sähköpatteria uusittu, vanhat Siemens, joissa erillinen maadoitus, uudet Ensto TASO 10 ja Roti 150 ovat kaksoiseristettyjä
 Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtionneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset ☐

8. KÄYTTÖ-, HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJEET

Toimitettu tilaajalle ☒ Ei erillisiä ohjeita vaativia laitteita tai asennuksia ☐

9. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT

Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600-1/2012 ja
 muuta, mitä? MK:n osalta 80 - 90 luvun standardia, otettu vain MK pääkytkimen jälkeen lähtö uusittu RK:lle
 Kohde on toteutettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi ☒

10. PALOVAROITTIMET

Vakuutamme, että asennetut palovaroittimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustöiden laitelaki, asetus palovaroittimien teknisistä ominaisuuksista, sähköturvallisuus säädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti.
 Palovaroittimen käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.

Selvitys, kuinka palovaroittimien virran ja varavirran syöttö on toteutettu:

Lisätietoja:

Palovaroittimet ovat paristokäyttöisiä edellisessä remontissa 90 luvun lopussa asennettu, joidenka toiminta on tarkastettu 23.7.15

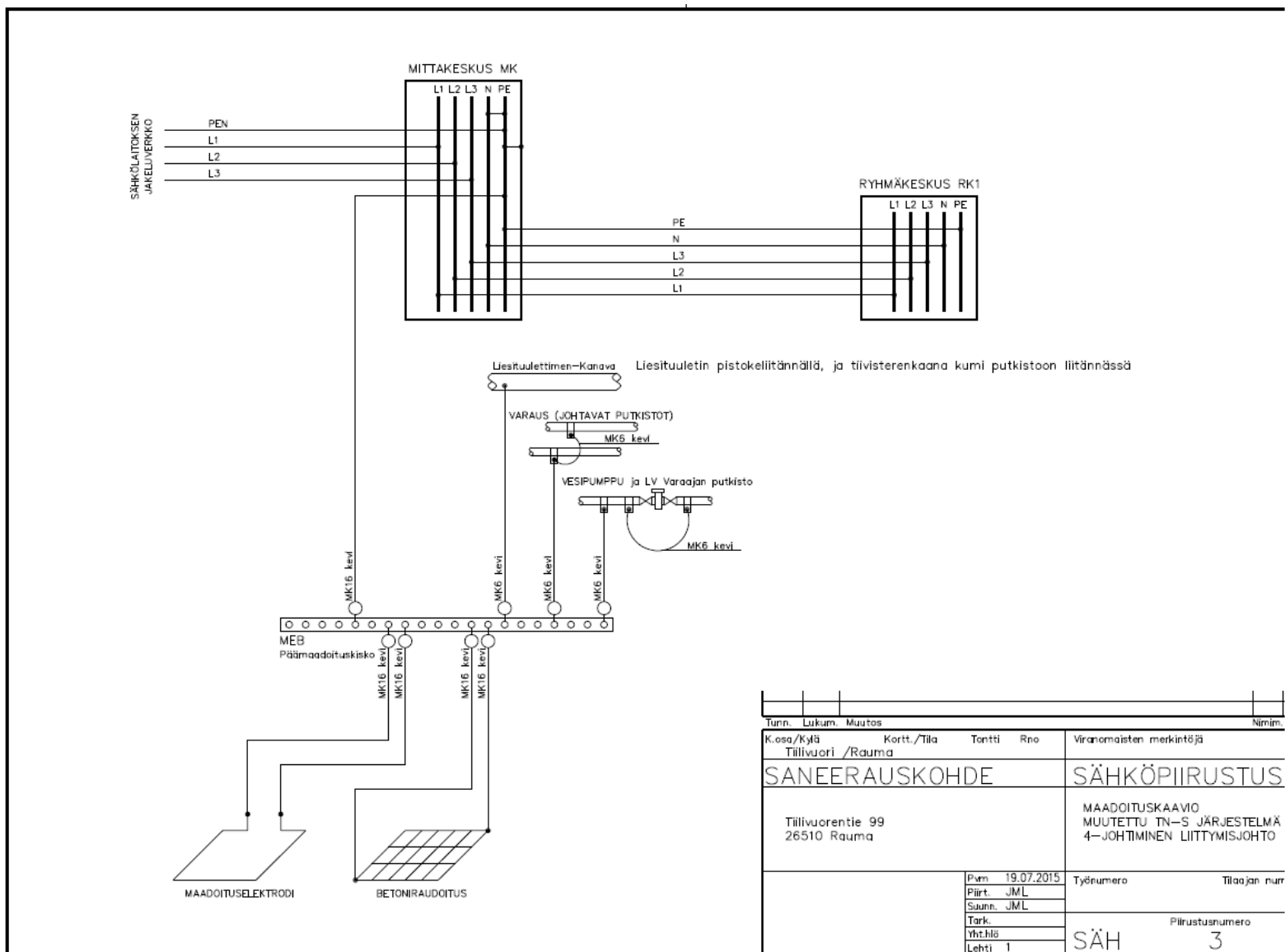
Palovaroittimien osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.

3 (3)

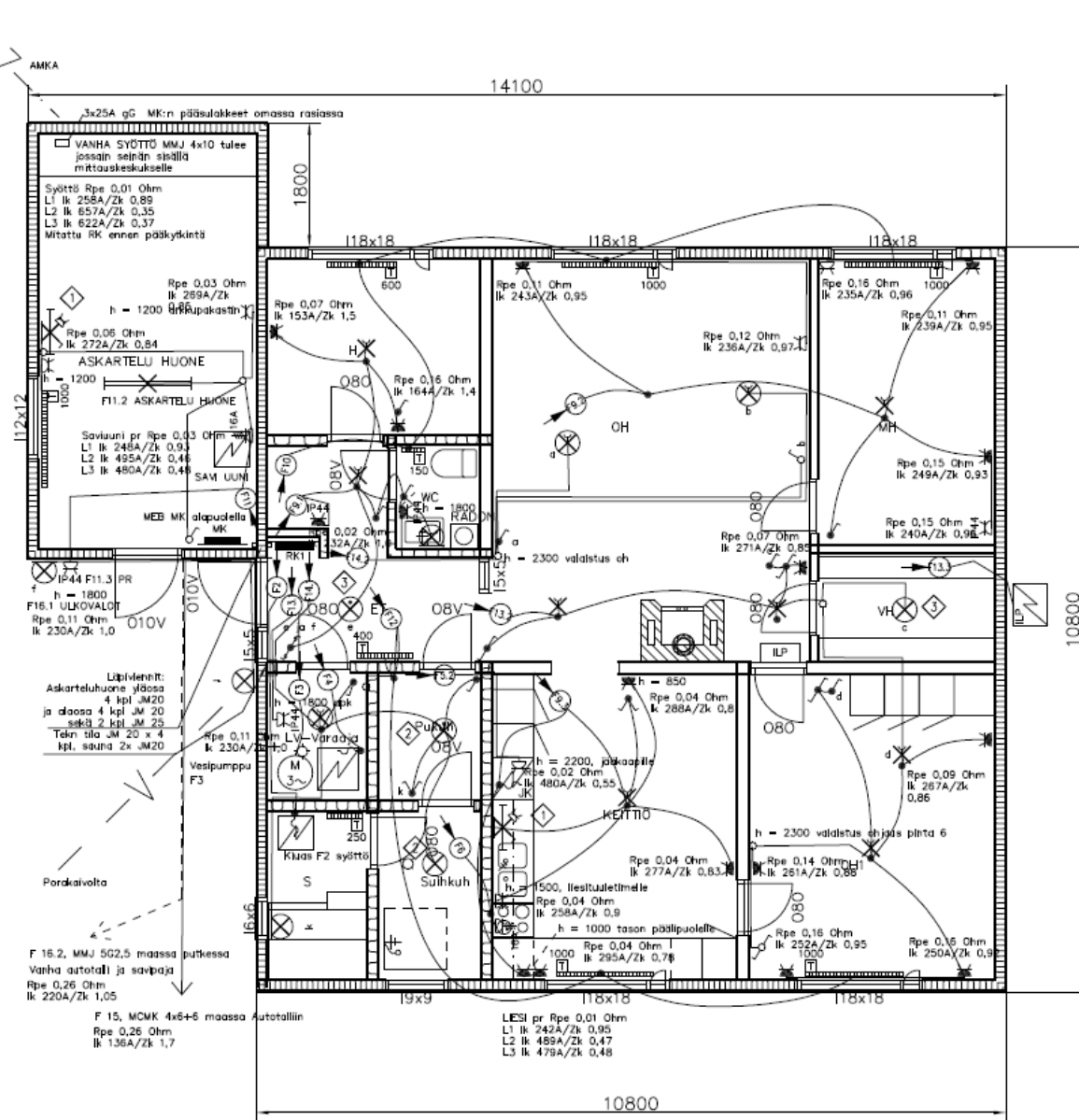
11. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys 23.7.2015	Päiväys
Allekirjoitus ja nimen selvennys Jari-Matti Luomanpää	Allekirjoitus ja nimen selvennys
Mittauksissa käytetyt mittalaitteet Amprobe Telaris 0100 Plus Asennustesteri, Fluke 789 ja 187 Yliensmittarit sekä Kyoritsu KEW SNAP 2033 virtapihdit	
12. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a) Käytön opastus <input checked="" type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi pvm . 20
b) Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input checked="" type="checkbox"/>	
Liitteet:	
c) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input checked="" type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista: Tasopiirustus, maadoituskaavio, sähkökaapin RK1 täydennetty piirustus	
Lisätietoja: Asema piirustus vanha, ei muutoksia, antenni vanha ei muutoksia,	
Päiväys 27.7.2015	Allekirjoitus ja nimen selvennys Jari-Matti Luomanpää
13. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 12, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja on säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan.	
Päiväys 27.7.2015	Allekirjoitus ja nimen selvennys Marjut Luomanpää

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.
Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.

Liite 6. Maadoituskaavio



Liite 7. Mittaustasokuva



VALAISIN LUETTELO

- 1 ALPPILUX AL 13218 T8 18W
- 2 ALPPILUX LED250 LED 6W
- 3 LIVAL PARTOUT 2x9W

Mittakaava 1:50
Piirretty alkuperäisen rak. mestari Terho Jalomäki
piirtämästä pohjakuvausta 12.8.1972
Pohjassa huomioitu vuonna 2000 tehdyt muutokset
huoneisiin sekä takan lisäys

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimi	Pvm
K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Taritti	Rno	Viranomaisen merkintä
SANEERAUSKOHD		SÄHKÖPIIRUSTUS		
Mittauspöytäkirja TILIVUORENTIE 99 26510 RAUMA		MK: 1 : 50		
Pvm	19.7.2015	Työnumero	1	Tilaajan numero
Prnt.	JML	1		
Suunn.	JML			
Tark.				
Yht.hlö				
Lehti	1	SÄH	1.1	Muutos